

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი
ბიოლოგიის დეპარტამენტი



ნათელა ტეტემაძე

კოლხეთის პერკოლაციური ტორფნარების სფაგნუმის სახეობების
მორფოლოგიურ-ანატომიური შესწავლა, კონსერვაცია და
გონივრული გამოყენება

ბიოლოგიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაცია

სპეციალობა - ბიომრავალფეროვნება

ა ნ ო ტ ა ც ი ა

ბათუმი-2021

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია სსიპ „ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის“ საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის ბიოლოგიის დეპარტამენტში

სამეცნიერო ხელმძღვანელები:

იზოლდა მაჭუტაძე

ბიოლოგიის დოქტორი, ბსუ-ს ფიტო-ათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის კოლხეთის ტორფნარებისა და წყლის ეკოსისტემების კონსერვაციის განყოფილების ხელმძღვანელი, მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი

ალიოშა ბაკურიძე

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფარმაცევტული ტექნოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, პროფესორი

შემფასებლები:

ნინო მემიაძე

ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ადგილობრივი ფლორის განყოფილების უფროსი

ნინო ლომთათიძე

ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი

მაია ვანიძე

ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი

სადისერტაციო ნაშრომის დაცვა შედგება 2021 წ. _____, __სთ-ზე, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის დარგობრივი სადისერტაციო კომისიის სხდომაზე

სადისერტაციო ნაშრომის გაცნობა შესაძლებელია ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკასა და ამავე უნივერსიტეტის ვებ-გვერდზე.

რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს მდივანი

ნანა ზარნაძე

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა. კოლხეთის სფაგნუმიანი ტორფნარები და ფლორა გამყინვარების დროინდელი (მესამეული პერიოდი) რელიქტური ეკოსისტემაა. გამყინვარება კოლხეთში ადგილობრივი მნიშვნელობისა იყო. ზოგიერთი მყინვარი ეშვებოდა ველამდე. მყინვართა უკან დაწევამ თან გაიყოლია მრავალი მცენარე. სწორედ ამ დროიდანაა შემორჩენილი კოლხეთში, როგორც მთაში, ისე ბარად, ჩრდილოეთის ფლორის ყვავილოვანი მცენარე (დროზერა) და სფაგნუმის სახეობები (მაჭუტამე, 2003:1 Флеров, 1929:12).

კოლხეთი მსოფლიოში ერთადერთი ადგილია თბილ ზონაში, სადაც გავრცელებულია ომბროტროფული ცოცხალი სფაგნუმიანი ტორფნარები. ამ ტორფნარებს განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ტროპიკული და ბორეალური ზონის ტორფნარებს შორის. კოლხეთი, განსაკუთრებული თვისებების და განსაკუთრებული მდებარეობის გამო მსოფლიოს ტორფნარებს შორის განიხილება როგორც სპეციალური ადგილი, მსოფლიოში უნიკალური, ცოცხალი სფაგნუმიანი, პერკოლაციური ტორფნარების (Joosten, 2000:42, Joosten&Clarke, 2002:43).

დღეს მთელი მსოფლიოს დღის წესრიგშია, ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარება და ჰაერის ხარისხის გაუმჯობესება, რაც ორიენტირებულია ტორფნარების შენარჩუნებისკენ და დეგრადირებულის აღდგენისკენ. ტორფის წარმომქმნელ ყველა სხვა დანარჩენ სახეობათა შორის, სფაგნუმს განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს, იგი ედიფიკატორია. მიუხედავად იმისა, რომ უმეტესობა ტორფნარებისა დაცულია, მაინც განიცდიან ზემოქმედებას ინფრასტრუქტურული პროექტებიდან. სფაგნუმი კოლხეთის დაბლობის ტორფნარების ტორფის წარმომქმნელი ძირითადი გვარია და ამიტომ განსაკუთრებული როლი აკისრია თითოეულ სახეობას ტორფნარის ფუნქციონირებაში.

ბოლო პერიოდში ბიოსფეროს (ჰაერის, ნიადაგის და წყლის) დაბინძურება იძენს გლობალური ეკოლოგიური საფრთხის ხასიათს. ჭარბტენიანი ჰაბიტატები და წყალსაცავები წარმოადგენს დამაბინძურებლების ერთ-ერთ მთავარ „საწყობს“, რადგანაც სამრეწველო და სამეურნეო ჩანადვრები შეიცავენ ტოქსიკური ნივთიერებების ფართო სპექტრს, მათ შორის: სასუქებს, საღებავებს, პესტიციდებს, მძიმე მეტალებს, რადიონუკლიდებს და სხვა. წყლის და ჰაერის ბიოლოგიური კონტროლი განსაკუთრებით აქტუალურია საქართველოსთვის, სადაც აქტიურად ვითარდება ინფრასტრუქტურა, ენერგეტიკა, სოფლის მეურნეობა და განსაკუთრებით სასარგებლო წიაღისეულის (ოქროს) მოპოვება (საყდრისი), ასევე სასოფლო სამეურნეო სავარგულებში პესტიციდების, გაზარდა ბიოსფეროს დაჭუჭყიანების ალბათობა სხვადასხვა დამაბინძურებლებით, განსაკუთრებული მძიმე მეტალებით (Tetemadze et. al., 2017:75) ბრიოფიტების 240 სახეობა დაზარალებულია სხვადასხვა დამაბინძურებლების (პესტიციდების, სამეწარმეო ნარჩენების ჩადინება ტბორებში, გამონაბოლქვი) გამო, აქედან 66 სახეობას ემუქრება გადაშენება (IUCN 2015).

2019 წლის წითელი ნუსხის შედეგები მიუთითებს, რომ ბრიოფიტების სახეობათა 88,2% (1603 სახეობა, მათ შორის 319 გადაშენების საფრთხე ემუქრება) ექვემდებარება მინიმუმ ერთ დაცულ ტერიტორიაში მოხვედრას (მათ შორის ეროვნულ პარკს, ნატურა 2000 ან ნაკრძალები), რადგან ეს ტერიტორიები ექვემდებარება დაცვას.

ევროკავშირის გარემოს დაცვის პოლიტიკა ემყარება ორ მნიშვნელოვან საკითხს – 1979 ფრინველების დაცვის დირექტივას (Directive 79/409/EEC) და 1992 ჰაბიტატების დაცვის დირექტივას (Directive 92/43/EEC; jointly referred to as the Nature Directives) (EC 2018).

IUCN იძლევა შემდეგ რეკომენდაციებს ბრიოფიტების დაცვასთან დაკავშირებით:

-გამოვიყენოთ ბრიოფიტების ევროპული წითელი ნუსხა, როგორც სამეცნიერო საფუძველი რათა ინფორმაცია მივაწოდოთ რეგიონულ/ეროვნულ ნუსხას სახეობების შესახებ, რომელსაც ემუქრება გადაშენების საფრთხე და კონსერვაციის პრიორიტეტების დადგინდეს.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. კვლევის მიზანია კოხეთის დაბლობის სფაგნუმის ტორფნარების სფაგნუმის სახეობების ბიოლოგიური მახასიათებლებისა და ქიმიური შემადგენლობის შესწავლა.

მიზნის მისაღწევად კვლევა განხორციელდა შემდეგი ამოცანების მიხედვით:

1. კოლხეთის დაბლობის პერკოლაციური სფაგნუმის ტორფნარებზე გავრცელებული სფაგნუმის სახეობების სისტემატიკური, მორფოლოგიური, ანატომიური მახასიათებლებისა და ეკოლოგიური გარემოს შესწავლა;

2. სფაგნუმის სახეობების (*Sph. palustre*, *Sph. Papillosum*, *Sph. rubelum*, *Sph. imbricatum*, *Sph. cuspidatum*) ქიმიური შემადგენლობის განსაზღვრა;

3. სფაგნუმის სახეობების: *Sph. Palustre L.*, *Sph. Papillosum Lindb.*, *Sph. Rubelum Wilson*, *Sph. Imbricatum ssp. Austinii*, *Sph. Cuspidatum Ehrh. ex Hoffm.*, წყლიანი ექსტრაქტების, წვენების და პოლისაქარიდების კვლევა ანტიბაქტერიულ მოქმედებაზე.

4. ე.წ. „სფაგნუმის ჩანთების“ დამზადება და დამონტაჟება ქ.ბათუმის წინასწარ შერჩეულ ტრანსპორტით გადატვირთულ ტერიტორიებზე, ატმოსფერულ ჰაერში მძიმე მეტალების შემცველობის განსაზღვრის მიზნით, „სფაგნუმის ჩანთების“ ქიმიური ანალიზი.

კვლევის ობიექტია :

1. კოლხეთის დაბლობის პერკოლაციური სფაგნუმიანი ტორფნარები: ისპანი 1, ისპანი 2, იმნათის, ფიჩორი, გრიგოლეთის ტორფნარების სფაგნუმის სახეობები (*Sphagnum austini*, *Sph. magellanicum*, *Sph. palustre*, *Sph. rubellum*, *Sph. Papillosum*, *Sph. Capillifolium*, *Sph. Cuspidatum*, *Sph. Fallax*, *Sph. Denticulatum*);

2. ქ.ბათუმის ტრანსპორტით გადატვირთული 4 უბანი: თამარ მეფის გზატკეცილი, გოგოლის ქუჩა, კახაბრის ქუჩა და ტბ.აბუსერიძის ქუჩა.

სამეცნიერო სიახლე. პირველად მოხდა კოლხეთის დაბლობის პერკოლაციური ტორფნარების სფაგნუმის 9 სახეობის მორფოლოგიური, ანატომიური და ეკოლოგიური მახასიათებლების შესწავლა (ანატომიური მახასიათებლების დასურათება), სფაგნუმის 5 სახეობის ქიმიური შემადგენლობის შესწავლა და ე.წ „სფაგნუმის ჩანთებით“, ქ.ბათუმის ატმოსფერულ ჰაერში მძიმე მეტალების შემცველობის განსაზღვრა.

ნაშრომის თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა. კვლევის შედეგებს დიდი პრაქტიკული და თეორიული მნიშვნელობა აქვს, რადგან ანატომიურ–მორფოლოგიური და ეკოლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრამ გააიოლა სიმძლავრის სახეობების იდენტიფიკაცია, ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრის შედეგები, შეიძლება გამოყენებულ იქნას სფაგნუმის სახეობების ანტისეპტიკური ბუნების დადგენის მიმართულებით, ხოლო „სფაგნუმის ჩანთა“, როგორც იაფი საშუალება ჰაერის მძიმე მეტალებით დაჭუჭყიანების მონიტორინგისათვის დაინერგოს სხვადასხვა ქალაქის სისტემატიური და ფართომასშტაბიანი კვლევებისთვის.

კვლევის შედეგების აპრობაცია. კვლევის შედეგები წარმოდგენილი იყო შემდეგ საერთაშორისო და ადგილობრივ კომფერენციებზე:

1. მწვანე საშუალებები – მწვანე ტექნოლოგიებით – ჯანმრთელი სიცოცხლისათვის, თბილისი, 2019 წლის სექტემბერი, კოლხეთის დაბლობის პერკოლაციური ტორფნარების სფაგნუმის სახეობებში მჟავების შემცველობის თავისებურებები;

2. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია, აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის რეგიონული ცენტრი, ბათუმი 2019, შრომები V, ISSN 2449-2507, ტყვია ქალაქ ბათუმის ატმოსფერულ ჰაერში.

3. აგროსიმ 2018 სიმპოზიუმი, იაჰორინა, ბოსნია და ჰერცეგოვინა, 2018 წლის ოქტომბერი, ACTIVE BIOMONITORING OF AIR POLLUTION LEVELS USING THE BIOINDICATOR–SPHAGNUM BAG;

4. ჭარბტებიანი ჰაბიტატების მცენარეების გამოყენების მე-2 საერთაშორისო კონფერენცია, გერმანია, გრეიფსვალდი, 2017 წლის ოქტომბერი, კოლხეთის დაბლობის გენერალური გეგმა - გრძელვადიანი განვითარება და კონსერვაცია;

5. მომავლის ტექნოლოგიები და სოცოცხლისხარისხი, ბათუმი, 2017 წლის სექტემბერი, სფაგნუმის სახეობები როგორც ატმოსფერული ჰაერის ბიოინდიკატორები;

6. ბიომრავალფეროვნება და საქართველო, თბილისი, საქართველოს ბოტანიკური ბაღი, 2017 წლის მაისი, კოლხეთის დაბლობის ტორფნარებში სფაგნუმის სახეობების გავრცელების თავისებურება;

7. შავი ზღვის მდინარეთა აუზების ეკოლოგია, ბათუმი, 2016 წლის ოქტომბერი, ანთროპოგენური ზეგავლენა კოლხეთის დაბლობის სანაპირო ზოლის ჰაბიტატებზე;

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა. სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს ნაბეჭდ 111 გვერდს და შედეგება შესავლის, ლიტერატურის მიმოხილვის, კვლევის მეთოდების, კვლევის შედეგების, დასკვნების, რეკომენდაციებისა და გამოყენებული

ლიტერატურისაგან. ტექსტში ჩართულია 21 ცხრილი, 11 დიაგრამა, 29 ფოტოსურათი, რუკა 6.

დისერტაციის შინაარსი

I. ლიტერატურის მიმოხილვა

ნაშრომში გაანალიზებულია 120 ლიტერატურული წყარო, სადაც მიმოხილულია სადისერტაციო თემაზე არსებული ცოდნის მდგომარეობა, ძირითადი შედეგები და კონცეფციები კვლევის პრობლემასთან მიმართებაში.

ექსპერიმენტული ნაწილი

თავი 2. კვლევის ობიექტები და მეთოდები

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა კოლხეთის დაბლობზე გავრცელებული, სფაგნუმის ხავსის ყველა იდენტიფიცირებული სახეობა, მათი ანატომიურ – მორფოლოგიური თავისებურებების და ეკოლოგიური მახასიათებლების დადგენის მიზნით. ქიმიური შემცველობის განსაზღვრა მოხდა მხოლოდ 5 სახეობისთვის (*Sph.palustre*, *Sph. Papillosum*, *Sph.rubellum*, *Sph.imbricatum*, *Sph.cuspidatum*), ბიომონიტორინგის პროცესში საკვლევი მასალა იყო ე.წ „სფაგნუმის ჩანთა“, რომელიც დამზადებული იყო *Sph. Papillosum*- გან. საკვლევ უზნებად შერჩეულ იქნა ქ.ბათუმის ტრანსპორტით გადატვირთული 4 უბანი.

კვლევის მეთოდები. სფაგნუმის სისტემატიკური, მორფოლოგიური და ანატომიური კვლევისას გამოყენებულია Addy სფაგნუმის სახეობების სარკვევი.

სფაგნუმის სახეობების ანატომიური თავისებურების განსასაზღვრისათვის გამოვიყენეთ ელექტრონული მიკროსკოპი (microscope 107 LED Lamp). ველზე მუშაობისას ვიყენებდით ხელის ლინზა 18 MM-10X TRIPLET.

სფაგნუმის თანასაზოგადოებების შესწავლისას გამოვიყენეთ აღწერის კვადრატის Domin Krajina მეთოდი . კვადრატების ზომები 25 სმ x 25 სმ.

ეკოლოგიური გარემოს მქავიანობისა და ელექტროგამტარუნარიანობის შესწავლისათვის გამოყენებულია ხელსაწყო EC -Electric conductivity.

ქ.ბათუმის ატმოსფერული ჰაერის მონიტორინგი განხორციელდა „სფაგნუმის ჩანთის“ მეთოდით, საკვლევი ტერიტორიებიდან აღებული ნიმუშების მცენარის ქსოვილში მძიმე მეტალების გამოსავლენად საკვლევი ნიმუშები 24 საათის განმავლობაში იმყოფებოდა ოთახის ტემპერატურაზე, შემდეგ გამოვაშრეთ Thermo scientific 30-70°C, გამომშრალი ობიექტები დავაქუცმაცეთ, ნედლეულის 2,0-2,0 გრამი მოვათავსეთ ერლენ-მეიერის კოლბებში და დავამატეთ მეთანოლი, ნედლეულისა და ექსტრაგენტის 1:10-თან თანაფარდობით. კოლბები ნედლეულით მოვათავსეთ ულტრაბგერით აბაზანაში 30 წთ-ის განმავლობაში 35°C ტემპერატურაზე. ექსტრაქციის შემდეგ მოვახდინეთ რეექსტრაქცია. მიღებული გამოწვლილები გავაერთიანეთ და გავფილტრეთ უნაცრო ქაღალდის ფილტრში. ფილტრატები გადავიტანეთ ფიალებში და დავაყოვნეთ ამწოვ კარადაში მეთანოლის სრულ აორთქლებამდე. ორგანული გამხსნელის აორთქლების შემდეგ მშრალ ნაშთებს ცალ-ცალკე დავუმატეთ სადერივატიზაციო სითხეთა ნარევი: *BSTFA/ EtOAc* (55 : 50 მკლ), გავაცხელეთ 70° C ტემპერატურაზე 20 წუთის განმავლობაში. გაცივების შემდეგ 1-1 მკლ გამოვიკვლიეთ ტანდემური ქრომატო-მასსპექტრომეტრით

კვლევისათვის გამოვიყენეთ ხელსაწყო - გაზური ქრომატოგრაფი-მასსპექტრომეტრით (Agilent Technologies GC - 7890 A, MS - 7000 A Triple quadrupole).

შედეგების სტატისტიკური დამუშავება. კვლევის შედეგები დამუშავებულია სტატისტიკური პროგრამის - Sigma STAT-ის

გამოყენებით. თითოეული ექსპერიმენტი ტარდებოდა მინიმუმ 3-ჯერ და ხდებოდა მიღებული შედეგების საშუალო მნიშვნელობებისა (Mean = M) და საშუალო სტანდარტული გადახრების (Standard Deviation =SD) გამოთვლა.

წვენების მომზადების ტექნოლოგია. ნედლ მცენარეულ ნედლეულს ორჯერ აწვრილმენებენ ბალახისმჭრელი ლაბორატორიული დამაწვრილმანებელი მანქანით - დაწვრილმანებული ნაწილაკების ზომებია 2-8 მმ. დაწვრილმანებულ ნედლეულს ახვევენ ტილოს ნაჭრებში და ათავსებენ წნეხის ცილინდრში. ერთმანეთისაგან გამოყოფენ უჟანგავი ფოლადის ფირფიტებით და წნეხავენ წვენის მიღების მიზნით. სწრაფი გაცხელების მიზნით წვენს დგამენ წყალში, რომელიც წინასწარ გაცხელებულია 80-85°C ტემპერატურამდე, 30 წთ-ით, შემდეგ უცბად აცივებენ გამდინარე ცივი წყლით. ტემპერატურის ასეთი ცვლა ხელს უწყობს ფერმენტების ინაქტივაციას და ცილოვანი ნივთიერებების შეხვეჭას. გამოყოფილ ნალექს ამორებენ ცენტრიფუგირებით. მიიღება სუფთა, გამჭვირვალე წვენი.

მშრალი მცენარეული ნედლეულიდან წყლიანი გამონაწვლილების და წყალში ხსნადი პოლისაქარიდების ჯამის შემცველი პრეპარატების მიღება. საკვლევი მშრალი მცენარეული ნედლეულის გამოწვლილვას ახდენენ ცხელი წესით, მდულარე წყლის აბაზანაზე უკუმაცივრით 2 საათის განმავლობაში. ნედლეულისა და ექსტრაგენტის თანაფარდობა შეადგენს 1:1 (წონითი ნაწილი). მიღებულ გამონაწვლილს ფილტრავენ მომზადებისთანავე. გაწმენდილ გამონაწვლილს ყოფენ ორ ნაწილად. ერთი ნაწილი შემდგომ კვლევაში გამოყენებული იქნება სახელწოდებით „წყლიანი ექსტრაქტი“.

გამონაწვლილის მეორე ნაწილისაგან კი ღებულობენ **პოლისაქარიდებს**, რისთვისაც გაწმენდილ გამონაწვლილს

ასქელებენ ვაკუუმ-როტაციულ აპარატზე საწყისი მოცულობის 1/10-მდე, გაიშვიათების პირობებში.

წყალში ხსნადი ნივთიერებების, კერძოდ პოლისაქარიდების დალექვას შესქელებული ექსტრაქტიდან ახდენენ სამმაგი რაოდენობა 96%-იანი ეთილის სპირტის დამატებით. ეთილის სპირტს ამატებენ შერევის პირობებში. გამოყოფილ ლორწოვან ნალექს აყოვნებენ, ნალექისზედა სითხეს დეკანტაციით აცილებენ, ხოლო დარჩენილ მასას აშრობენ ვაკუუმ-მაშრობ კარადაში 50-60°C ტემპერატურაზე არაუმეტეს 7% ტენის შემცველობამდე.

ანტიბაქტერიული მოქმედება. საკვლევი ობიექტების ანტიბაქტერიული აქტივობის კვლევა ჩატარდა გიორგი ელიავას სახელობის ბაქტერიოფაგიის, მიკრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტში. ანტიბაქტერიული ეფექტის შეფასება განხორციელდა სტანდარტიზებული პროტოკოლის საშუალებით დისკების დიფუზიის მეთოდისა (Disc Diffusion Method - DDM) და აგარის ორმოების დიფუზიის მეთოდის (agar well diffusion) გამოყენებით. ანტიბაქტერიული აქტიურობის გაზომვა განხორციელდება (Minimal Inhibitory Concentration -MIC) ინჰიბირების ზონის არსებობით/არარსებობით და ინჰიბირების მინიმალური კონცენტრაციის სიდიდითა განსაზღვრით.

დისკების დიფუზიის მეთოდის შემთხვევაში ახდენენ Muller Hinton-ის აგარის ნიადაგის მომზადებას და სტერილიზაციას. ნიადაგი იხხმება პეტრის ფინჯნებზე და ინახება სტერილურად გამყარებამდე. შესაბამისი ბაქტერიული კულტურის 0,1მლ ითესება ნიადაგზე - ფინჯანზე გაშლის ტექნიკის გამოყენებით.

სინჯის ხსნარის სახით მომზადება ხდება ბუფერულ ხსნარში (1% DMSO სტერილურ გამოხდილ წყალში). ახდენენ აღნიშნული ხსნარით ფილტრის ქაღალდის გაჟღენთვას და მოთავსებას ბაქტერიული ნათესის შემცველი პეტრის ფინჯნების ზედაპირზე და აჩერებენ გაშრობამდე, შემდეგ პეტრის ფინჯნები თავსდება 37°

C ტემპერატურაზე 24 საათის განმავლობაში ინვერტირებულ (ამობრუნებულ) პოზიციაში.

სტანდარტული ანტიბიოტიკი (სტრეპტომიცინი ATCC 30-2300) და ბუფერული ხსნარი გამოიყენებოდა შესაბამისად დადებით და უარყოფით კონტროლად.

აგარის ორმოების დიფუზიის მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში ბაქტერიული კულტურები ითესება Muller Hinton (სფX, ს.866) აგარის ნიადაგზე, რომელიც წინასწარ სტერილიზდება. დათესვა ხდება ფინჯანზე გაშლის ტექნიკის გამოყენებით. პეტრის ფინჯნებზე ნიადაგი გამყარებამდე ინახება სტერილურად. აგარზე ხდება 5მმ დიამეტრის ორმოების გაკეთება სტერილური მოწყობილობის (აგარის საჭრელის) დახმარებით და 50მლ სინჯის ხსნარს, რომელსაც სტანდარტული ანტიბიოტიკი და ბუფერი წარმოადგენენ, ამატებენ ორმოებში. შესაბამისად აყოვნებენ 37⁰ C ტემპერატურაზე 18 საათის განმავლობაში. ანტიბაქტერიული ეფექტი ფასდებოდა ინჰიბირების ზონების დიამეტრების მიხედვით.

in vitro შეფასება ჩატარდა შტამების განსაზღვრული ნაკრების მიმართ. 2% BH აგარის ფინჯანზე გაკეთდა ე.წ. ბაქტერიული გაზონი - 1მლ ბაქტერიული კულტურა დატანილ და განაწილებულ იქნა მთლიან ფინჯანზე. ფინჯნის გაშრობის შემდეგ დააქვთ 10 მკლ საკვლევი ობიექტი. ფინჯნები თავსდება თერმოსტატში 18-24სთ-ის განმავლობაში ინკუბაციისთვის.

თავი 3. კვლევის შედეგები და განხილვა

3.1 კოლხეთის დაბლობის გვარი სფაგნუმის სახეობების სისტემატიკური, ანატომიურ - მორფოლოგიური და ეკოლოგიური დახასიათება

3.1.1 სექცია *Sphagnum L.*

კოლხეთის დაბლობის ცოცხალ სფაგნუმიან ტორფნარებში *Sphagnum L.* სექციის 5 სახეობაა გავრცელებული, ესენია: *Sphagnum austini* Sull. *Sph. magellanicum* Brid, *Sph. palustre* L, *Sph. rubellum* Wilson., *Sph. papillosum* Lindb.

Sphagnum austinii. *Sphagnum austinii* (*Sphagnum imbricatum*) ტორფის წარმომქნელი ძირითადი სახეობა, გარემოს გაჭუჭყიანებისადმი ყველაზე მგრძობიარე სფაგნუმი (მაჭუტამე და სხვ., 2009, კოლხეთის და სხვ., 2019), რომელიც მთელს მსოფლიოში იშვიათია (Доктуровский и т.д., 1931, Kaffke et al., 2000). შემცირების მიზეზი ამისა არის: კლიმატის ცვლილება, დრენაჟი, ხანძრები, საქონლის მოვება, ეუტროფიკაცია.

Sphagnum austinii – ის მორფოლოგიური აღწერა. მცენარეს ახასიათებს მკვრივი აგებულება (შედარებით პატარა განშტოებები ვიდრე *Sph.papillosum*-ს, ზოგჯერ ისეთი კომპაქტურობა ახასიათებს, რომ განშტოებები ერთმანეთს გადაფარავს. შეფერილობა ჩალისფერ–მომწვანოდან მოყვითალო–ყავისფერამდე ან წაბლისფერამდე მერყეობს, კომპაქტური ინდივიდების შეფერილობა მეწამულ–ყავისფერშიც კი გადადის.

აღწერილობა: ტიპიურად 4, ზოგჯერ 3 განშტოება, 2 დისტალურად, ხოლო 1–2 შედარებით მოკლე, დაშვებულია.

ღერო: როგორც ამ სექციისთვისაა დამახასიათებელი, ქერქის (კორტექსის) შიდა ფენა მკაცრად ფიბრილიზებულია, გარე ფენასთან შედარებით (გარე ფენა ნაკლებად ფიბრილურია). კორტიკალური უჯრედის გარე კედელს აქვს 2–3 ფორი.

განშტოების ანატომია: განივი განშტოება 15 მმ სიგრძისაა. იშვიათად აღემატება დაშვებულ განშტოებებს (12 მმ). ღეროს

ფოთლები: მოკლე 1,5მმ, ენისებური ფორმის, კარგად აქვს ჰიალინური უჯრედები განვითარებული.

სფაგნუმის სხვა სახეობებისაგან განსხვავებით, მხოლოდ *Sph. papillosum* – ს შეუძლია წარმოქმნას *Sph. austinii*-ის მსგავსად მოყავისფრო ბორცვი, ბალიში, თუმცა ის არის მომწვანო-მოყავისფრო. ბორცვს ახასიათებს გლუვი, მარტივი ზედაპირი და წვრილი და ფაქიზი ფოთლებიანი განშტოებები (Daniels et al., 1985). საველე მუშაობისას ზოგიერთ შემთხვევაში *Sphagnum austinii* Sull (*Sph. imbricatum* Russ), გარჩევა შეუიარაღებელი თვალით *Sphagnum papillosum*-გან რთულია, დაფიქსირებულია ამ ორი მსგავსი სახეობის განმასხვავებელი ნიშნები მიკროსკოპულ დონეზე, რის საფუძველზეც ხდება სახეობების იდენტიფიცირება. ამის ერთ ერთი მიზეზი ის არის, რომ ორივე სახეობა მონაწილეობს სფაგნუმის ე.წ. „ბალიშების“ ანუ სფაგნუმის გუმბათის წარმოქმნაში. ისინი არასოდეს იმყოფებიან წყლიან გარემოსთან ერთად და მუდმივ მჭიდრო თანასახოგადოებებს ქმნიან. რაც ამწელებს ამ ორი სახეობის ერთმანეთისაგან გარჩევას.

ჩვეულებრივ შემთხვევაში, *Sphagnum austinii* და *Sphagnum papillosum* მორფოლოგიური თავისებურებებით მკვეთრად განსხვავებული სახეობებია(იხ.სურ 1).

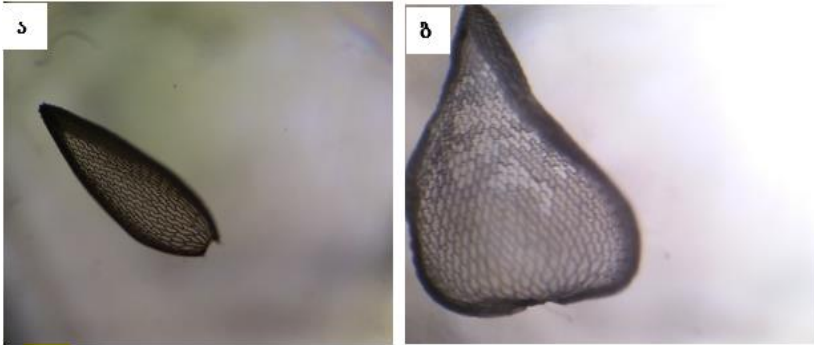
***Sphagnum austinii* –ის და *S. Papillosum* შდარებითი ანატომიური აღწერა.** საველე ექსპედიციებისას, სახეობების ერთმანეთისგან გარჩევა ძირითადად ხდება მორფოლოგიური დათვალერებით. სფაგნუმის სახეობების მორფოლოგიური ნიშნების დასათვალერებლად ვიყენებთ ლუპას. თუმცა, არსებობს გამონაკლისი შემთხვევები, როცა სხვადასხვა სახეობა ერთმანეთს მორფოლოგიურად ემსგავსება და მათი გარჩევა შესაძლებელი ხდება ანატომიური თავისებურებებით. ზოგჯერ *Sph. Papillosum* დაბალი ტემპერატურისა და ნაკლები წყლის პირობებში მორფოლოგიურად ძალიან ემსგავსება *Sphagnum austinii*-ს , რის გამოც ძალიან ჭირს ამ ორი სახეობის ერთმანეთისგან გარჩევა.

განსხვავების დაფიქსირება შესაძლებელია მხოლოდ მიკროსკოპული დათვალიერებისას. მიკროსკოპული დათვალიერებისას განშტოების ფოთლების ჰიალინური უჯრედების ფიბრილები უფრო ინტენსიურია *Sph. austinii* ვიდრე, *Sph. papillosum* –ში. *Sph. papillosum* და *Sph. asutinii* შორის განსხვავება დაფუძნებულია ფიბრილების სიმაღლესა და ზომაზე. *Sph. Austinii* - ის ქლოროფილიანი უჯრედები უფრო ინტენსიურადაა შფერილი, ფიბრილები უფრო მკვეთრი და არათანაბარი სიგრძისაა, ხოლო *Sph.papillosum*-ის ქლოროფილიანი უჯრედები უფრო ღია შეფერილობისაა და ფიბრილები კვეთს მთელს ჰიალინურ უჯრედს – თანაბარსიგრძიანია (სურ. 2).



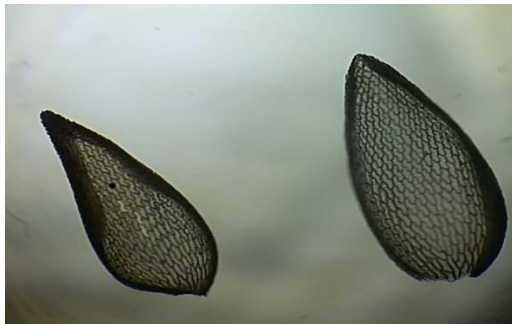
სურ. 1. *Sphagnum austinii* (მარცხნივ) და *Sphagnum papillosum* (მარჯვნივ) ჰაბიტუსი.

Sphagnum austinii განივი განშტოების ფოთლების ფორმა ლანცეტისებურია, აპექსისკენ შემოდრეკილია, აპექსი მკვეთრად წამახვილებულია, აპექსი ბოლოვდება ულვაშისებური უჯრედული წანაზარდებით, რაც *Sph. papillosum*-ს არ გააჩნია. *Sph. papillosum* განშტოების ფოთლის ფორმა ქვევრისებურია, ფოთლის ბაზალური ნაწილი უფრო განიერია, აპექსისკენ ვიწროვდება და შემოდრეკილია ფუძიდან წვერომდე (სურ. 2).



სურ.2. ა. *Sph. austinii* განივიგანშტოების ფოთოლი; ბ. *Sph.papillosum* განივი განშტოების ფოთოლი

თუ, ამ ორი სახეობის განშტოების ფოთოლს ერთდროულად მოვათავსებთ სასაგნე მინაზე და დავაკვირდებით კარგად დავინახავთ, რომ ისინი განსხვავდებიან არა მარტო მორფოლოგიურად, არამედ ზომითაც.



სურ.3. *Sph.imbricatum* და *Sph.papillosum* განივი განშტოების ფოთლები.

***Sphagnum magellanicum* Brid.** ეს სახეობაც მიეკუთვნება *Sphagnum* სექციას და მონაწილოებს სფაგნუმის გუმბათის ჩამოყალიბებაში. კოლხეთის სფაგნუმისანი ტორფნარებიდან მხოლოდ იმნათის ტორფნარზე იზრდება. მცენარე: ძლიერი აგებულების, მაგრამ საკმაოდ მოკლეა ამ სექციის წარმომადგენლებთან შედარებით (ჰაბიტუსით სიმილარულია *Sph.*

papillosum). შეფერილობა ღია მწვანეა (ხანდახან დაჰკრავს წითელი ან ვარდისფერი ელფერიც. ფასციკლი: შეიცავს უფრო ხშირად 4, ზოგიერთ შემთხვევაში 5 განშტოებას. განივი განშტოება ჩვეულებისამებრ 2-ია. დანარჩენი კი დაკიდებული განშტოებებია განივთან შედარებით გრძელი, თხელი და ღია შეფერილობის .

განშტოების ფოთოლი: ფორმა ენისმაგვარია, აკუმენის მიმართულებით, ბოლოები შემოდრეკილია, ფოთლის მესამედ ნაწილში. მათთვის დამახასიათებელია ნახევრადმახვილკუთხიანი ჰიალინური უჯრედები.



სურ. 4. *Sph. magelanicum*-ის განივი განშტოების ფოთოლი (ნახევრადმახვილკუთხიანი ჰიალინური უჯრედები)

ღერო: ამ სახეობისთვის დამახასიათებელია სუსტად ფიბრილიზებული, ან ფიბრილების გარეშე კორტექსი. კორტექსის თითო უჯრედი შეიცავს თითო ფორს. ცილინდრი მუქი იასამნისფერ-ყავისფერი ან მეწამულისფერია.

ჰაბიტატი: სახეობა ფართოდაა გავრცელებული ოლიგოტროფულ ტორფნარებში. ასოციაციას ქმნიან *Sph. papillosum* ან *Sph. capillifolium* ხალიჩის სახით ან ქმნის ბალიშებს გუმბათზე.

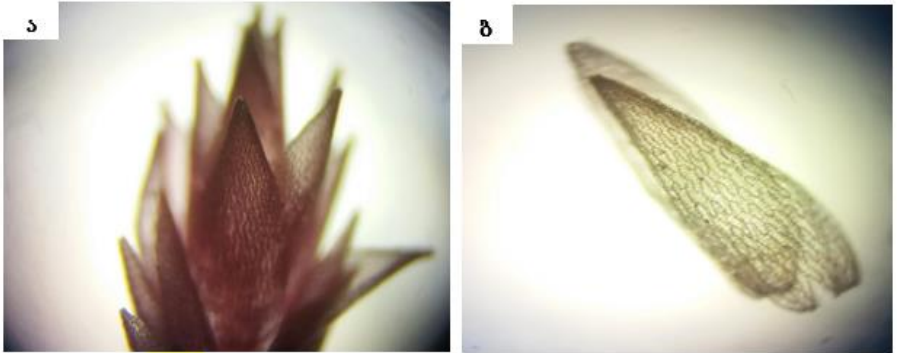
სახეობა უფრო მეტად სენსიტიურია დრენაჟისა და გამონაბოლქვის მიმართ ვიდრე, *Sph.papillosum*.

***Sph. capillifolium* (Ehrh.) Hedw. var *rubellum* Wilson.**

სფაგნუმის ეს სახეობა *Sphagnum austionii* და *Sphagnum papillosum*-თან ერთად ქმნის მჭიდრო თანასაზოგადეოებებს და მონაწილოებს გუმბათის ჩამოყალიბებაში.

Sph. capillifolium თხელი აღნაგობისაა, სიმაღლე და კომპაქტურობა ვარირებს აბიოტური ფაქტორების მიხედვით, კარგად განვითარებული კაპიტულა შეფერილია ღია მწვანედ ან დასდევს წითელი, ფართე ზოლები. ფასციკლი: შდგება საკმაოდ ძლიერად განვითარებული დიმორფული განშტოებისგან, განივი განშტოება 2-ია შედარებით მოკლეა და უფრო მეტადაა შეფერილი, ვიდრე დაშვებული განშტოებები. ღერო: დაახლოებით 0,7მმ დიამეტრისაა, შედგება 3-4 შრისგან, ჰიალინური უჯრედები არ შეიცავს ფორებს, კარგად განვითარებული ცილინდრი შეფერილია ღია წითელი ზოლებით.

განშტოების ფოთოლი: ფორმა ლანცეტისებურია, დაკიდებული ღეროს ფოთოლი უფრო ვიწრო და გრძელია ვიდრე, განივი განშტოების ფოთოლი. ჰიალინური უჯრედები ძლიერ ფიბრილურია ფოთლის ზედა ნახევარში, ვიდრე ბაზალურ ნაწილში (სურ.5).



სურ.5. *Sphagnum capillifolium*-ის განშტოების ა) აპექსი და ბ) ფოთოლი

Sph. capillifolium ფართოდ გავრცელებული ტაქსონია, გვხვდება ამ სახეობის შეფერილობისა და მორფოლოგიური თავისებურებების ვარიაციები.

მცენარე: კაპიტულა არის ბრტყელი, მუქი წითელიდან ჟოლოსფერამდე ვარირებს მისი შეფერილობა. ფასციკლი: ისინი ღეროზე არ არის მჭიდროდ მიჯრილი. ღეროს ფოთოლი: ფორმით თითქმის მართკუთხაა, ახასიათებს სუსტი ფიბრილაცია, გვხვდება ფიბრილისგარეშეც. განშტოების ფოთოლი: ბასრად (წამახვილებული) გამოხატული აპექსით.

მიუხედავად იმისა რომ, ამ სახეობას ახასიათებს შეფერილობისა და ჰაბიტუსის დიდი ვარიაციები, მისი გამორჩევა სავლელ სამუშაოებისას იოლად შეიძლება, შეფერილობით და გავრცელების არეალით.

Sphagnum palustre L.

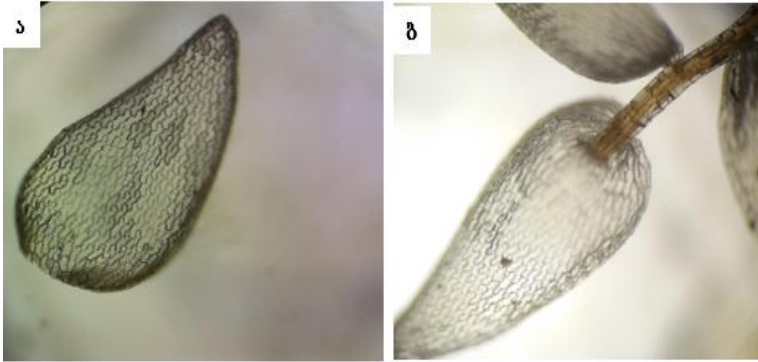
Sphagnum palustre კოლხეთში ომბროტროფულ გარემოში იზრდება, მაშინ როცა ყველგან სხვაგან ის მინეროტროფული გარემოსთვისაა დამახასიათებელი (Daniels et al., 1985, Krebs et al., 2007).

Sphagnum paluste არ მონაწილეობს გუმბათის ჩამოყალიბებაში და იგი ტორფნარის ბუფერულ ზონაში, განაპირას, ჩალრმაკვებებში, წყლის ზედაპირთან ახლოსაა გავრცელებული.

მცენარე: მკვრივი აგებულების, ჩვეულებრივ ღია მწვანე ან ყვითელი-მოყავისფრო, უფრო მკაფიო შეფერილობის კაპიტულუმით. მისი შეფერილობა მერყეობს ყავისფერიდან ჩალისფერ-ვარდისფერამდე, მაგრამ არასდროს წითელი. ზოგჯერ მთელი მცენარე მწვანეა (ნაკლები განათების პირობებში), კაპიტულუმი არ არის სხვაფერად შეფერილი. ფასციკლი: საკმაოდ დაშორებული, თუმცა მრავალგანშტოებიანი, დიმორფული განშტოება 3-6, ხოლო, განივი განშტოება 2-3, დაშვებული განშტოება 1-4 შედარებით ღია შეფერილობისაა და უფრო თხელია, ვიდრე განივი განშტოებები. ღერო: სექციისთვის ტიპიური ღერო, გარე კორტიკალური უჯრედებს აქვს სპირალური ფიბრილები და 2-5 ფართო ფორები. შიდა ცილინდრი მუქი ყავისფერია.

განშტოება: 15-25 მმ სიგრძის, მისი ფოთლების სიგრძე მერყეობს 1,5- 3 მმ მცენარის გავრცელების განათების თავისებურების შესაბამისად. რაც უფრო ნაკლები განათების პირობებშია მცენარე, მით დიდი განშტოების ფოთოლი ახასიათებს (3მმ). ფორმა ტიპიური ქვევრისებური. ჰიალინური უჯრედები: მათი ზომა ცვლადია, მაგრამ სხვა სახეობის ჰიალინურ უჯრედებთან შედარებით განიერია (20-30 მიკრომეტრი) (**სურ.6**).

ჰაბიტატი: ეს სახეობა ფართოდ არის გავრცელებული მეზოტროფულ ტორფნარებში, მაღალი მჟავიანობის პირობებში. ეს ერთ-ერთი სახეობაა, რომელიც ჩრდილთან ტოლერანტია. კოლხეთის დაბლობზე ეს სახეობა გვხვდება თითქმის ყველა ტორფნარში (ჭურია, გრიგოლეთი, იმნათი, ისპანი 1 და ისპანი 2), არ არის გავრცელებული ნაბადას სფაგნუმიან ტორფნარზე.



სურ.6. *Sph.palustre*-ს ა) განივი განშტოების კორტექსი და ფოთლის ანატომია; ბ) ფოთლის მიმაგრება

3.1.2 სექცია *Cuspidata*

Sphagnum cuspidatum Ehrh.ex Hoffm.

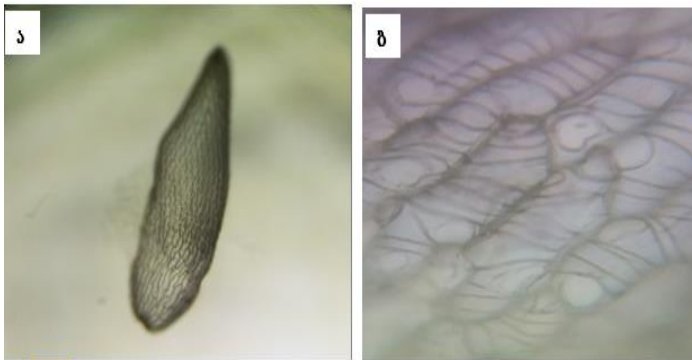
მცენარე: ძირითადად საშუალო ზომისაა, ვარიეტებს ძალიან კომპაქტური ფორმიდან ფაშარ ფორმამდე. წარმოადგენენ თავისუფლად მცურავ წყლის ფორმებს. შეფერილობა მერყეობს მოყვითალო-მომწვანოდან ნარინჯისფრამდე, მაგრამ არასდროს გვხვდება წითელი ფერის. ფასციკლი: შედგება 4-5, იშვიათად 3, მონომორფული გვერდითი განშტოებისგან. ღერო: კორტექსი 2-3 შრიანია, თხელკედლიანი უჯრედებით, ნაკლებადიფერენცირებული. განშტოების ფოთოლი: ვიწრო ლანცეტისებური ფოთლები ახასიათებს განივ განშტოებას, ზოგიერთ შემთხვევაში დაკიდებული განშტოების ფოთოლი ოვალურია. ჰიალინური უჯრედები: ვიწრო, ძლიერად ფიბრილური, ადაქსიალ ნაწილში რამოდენიმე (1-3) ფორით (სურ.7).

ჰაბიტატი: წყლიანი, ოლიგოტროფული გარემო. მცურავ ან შეწონილ მდგომარეობაშია წყალში. იგი გავრცელებულია ომბოტროფულ გუმბათზე ან მყავა ფენის ტიპის

ტორფნარში ასოციაციას ქმნის *Sph.recurvum* ფორმა *fallax* ან *Sph.papillosum*- თან.

კოლხეთის დაბლობის სფაგნუმთან ტორფნარების ბუფერულ ზონაში არსებული ღია წყლების კიდეებზე ხშირად შევხვდებით *Sph.cuspidatum*- ს კერძოდ კი ისპანი 2-ის, ჭურთხასა და იმნათში, რომელიც ასოციაციას ქმნის *Sph.fallax*- თან.

ეს სახეობაც მიეკუთვნება სექცია Cuspidata-ს. მცენარე: საშუალო ზომის მწვანე მდოგვისფერ-ყავისფერი, იზრდება ხალიჩისებურად. მამრობითი სქესის მცენარეს მუქი შეფერილობის კაპიტულა და განივი განშტოებები ახასიათებს. კაპიტულა ჩვეულებისამებრ, ნახევარსფერულ - ვარსკვლავისებურია. განშტოების ფოთლები: მკვეთრად გამოხატული სწორხაზოვანი ფორმისაა. განივი განშტოება და დაკიდული განშტოება მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისგან. დაკიდებული განშტოება ღია შეფერილობისაა (თეთრი) და ფოთლები ისე მიჯრილი, რომ ღერო გადაფარულია და არის უფრო გრძელი ვიდრე განივი განშტოება. ღეროს ფოთოლი მეტნაკლებად ტრიანგულარულია. განშტოების ფოთოლი მშრალ პირობებში, ახასიათებს ფოთლის მოდრეკვა, დახვევა.



სურ.7. *Sph. cuspidatum* Ehrh.ex Hoffm Hoffm. ა) განივი განშტოების ფოთოლი და ბ) ჰიალინური უჯრედები

Sphagnum fallax

ჰაბიტატი: ძირითადად ეს სახეობა გვხვდება ტორფნარების შედარებით მაღალი წყლის დონის პირობებში. მათ შორის ნუტრიენტებით ღარიბ გარემოშიც და ღია წყლის პირობებში, როგორც *Sph.cuspidatum*. კოლხეთის დაბლობზე ის გავრცელებულია ჭურია, იმნათი, ისპანი2-ის ტორფნარებში და *Sph. fallax*-თან ქმნის ასოციაციას.

3.1.3 სექცია Subsecunda

***Sphagnum denticulatum* Brid.**

მცენარე: საშუალო სიმაღლის, მსხვილი ფორმისაა, მწვანე შეფერილობის, თუმცა ევროპაში გვხვდება მოყვითალო-მოყავისფრო, სპილენძისფერი წითელი შეფერვაც. კაპიტულა მომრგვალებულია, განივი განშტოებები კაპიტულისკენ შედარებით დიდია და დახვეული. კაფსულები ხშირია. განშტოებაზე ფოთლები მჭიდროდაა მიჯრილი და გადაფარავს ღეროს. განშტოების ფოთოლი დიდი და განიერია და იხსნება მხოლოდ აპექსის ნაწილში. ფასციკლი: 3-4 განშტოებისგან შედგება, მე-5 ვესტიგალური განშტოებაა.

ჰაბიტატი: ნუტრიენტებით ღარიბი, მაღალი მჟავე პირობების ტორფნარებში, და მაღალი ტენიანობის ადგილებში. კოლხეთის დაბლობზე ის გავრცელებულია ჭურის, იმნათის, ისპანი 2 და 1-ის ტორფნარებში.

კოლხეთის დაბლობის *Sphagnum*-ის სახეობების წითელი ნუსხის სტატუსები

IUCN მიერ 2019 წელს გამოქვეყნებულ ევროპის ბრიოფიტების წითელ ნუსხაში მოტანილია ხავსების, მათ შორის გვარი *Sphagnum*-ის სახეობების სტატუსები. ამ სიის თანახმად კოლხეთის დაბლობზე გავრცელებული სფაგნუმის 7 სახეობის სტატუსი შემდეგნაირია:

- *Sphagnum austinii* NT
- *Sphagnum capillifolium* LC
- *Sphagnum cuspidatum* LC
- *Sphagnum fallax* LC
- *Sphagnum palustre* LC
- *Sphagnum papillosum* LC
- *Sphagnum rubellum* LC

სადაც LC (least Concern მცირე შეშფოთება, საფრთხე) და NT (Near Threatened - ახლოსაა გადაშენების საფრთხე) არის IUCN წითელი ნუსხის კატეგორიები, ხოლო კოლხეთში გავრცელებული დანარჩენი ორი სახეობა *Sphagnum denticulatum* და *Sphagnum magelanicum* არ არის შეტანილი ევროპის წითელ ნუსხაში.

3.2. ეკოლოგიური მახასიათებლების შესწავლა

კოლხეთის ტორფნარების ეკოლოგიური მახასიათებლების შესწავლის მიზნით შესწავლილი იქნა კოლხეთის სფაგნუმთან ტორფნარების წყლის მჟავიანობა და ელექტროგამტარუნარიანობა. რისთვისაც გამოყენებული იქნა ხელსაწყო: (EC -Electric conductivity).

იმნათის ტორფნარზე პალიასტომის ტბის გადასახედი კოშკიდან 300 მ-ში წყლის მჟავიანობის შესწავლამ აჩვენა, რომ ტორფნარში წყლის ზედა ფენებში pH მერყეობს 4.0-5.5 შორის. გაიზომა ასევე ელექტროგამტარუნარიანობა (EC -Electric conductivity) 70-100 სმ სიღრმეზე მერყეობს 40- 70 μ S შორის. ორივე ომბროტროფული გარემოს მაჩვენებელია . განისაზღვრა ასევე C/N შემცველობის დონე. ტორფნარში, 10 სმ სიღრმეზე ის მერყეობს 9.8-51.6 შორის, რომელიც ტორფნარის მეზოტროფულ და ოლიგოტროფულ გარემოზე მეტყველებს. იმნათის ტორფნარზე სფაგნუმის შემდეგი სახეობები ხარობს: *Sphagnum palustre*, *Sph. rubellum*, *Sph. magelanicum*, *Sph. austinii*, *Sph. Papillosum*.

გრიგოლეთის ტორფნარი. სფაგნუმის სახეობებიდან გვხვდება: *Sphagnum palustre*, *Sph. papillosum*. განსაზღვრა ტორფნარის pH რომელიც მერყეობს 4.26 – 5.65 შორის და ტორფნარის წყალში წყლის ელექტროგამტარუნარიანობა (EC) მერყეობს 22 – 134 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

3.3. კოლხეთის დაბლობის პერკოლაციური ტიპის ტორფნარის სფაგნუმის სახეობების ქიმიური შედენილობის განსაზღვრა

განისაზღვრა მსოფლიოში უნიკალური, ხელუხლებელი, რელიქტური, პერკოლაციური ტიპის ტორფნარის, ისპანი 2- ის სფაგნუმის 5 სახეობის *Sphagnum palustre*, *Sph. papillosum*, *Sph. capilliifolium*, *Sph. austinii*, *Sph. cuspidatum* ქიმიური შედგენილობა. სახეობებში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობის განსაზღვრა მოხდა გაზური ქრომატოგრაფიის გამოყენებით (GC-MS/MS). აღმოჩნდა, რომ სფაგნუმი შეიცავს ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს, როგორცაა: ესტერები - პალმიტინის მჟავა, ოლეინის მჟავა, ნახშირწყლები - გლუკოფურანოზა, რიბოფურანოზა და ფენოლური ნაერთები.

კვლევა ვაწარმოეთ *Sphagnum* L. 5 სახეობაზე : *Sph. palustre*, *Sph. Papillosum*, *Sph. rubelum*, *Sph. imbricatum*, *Sph. cuspidatum*. აქედან, ერთ–ერთი *Sph. austinii* არის მსოფლიოში იშვიათი, ჰაერის გაჭუჭყიანების მიმართ სენსიტიური სახეობა (Allard, 2017), რომელიც შემოგვინახა ხელუხლებელმა, პერკოლაციურმა ტორფნარმა - ისპანი 2-მა. მათი ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრა და კონსერვაციაზე ზრუნვა მეტად მნიშვნელოვანია სახეობების შენარჩუნებისთვის.

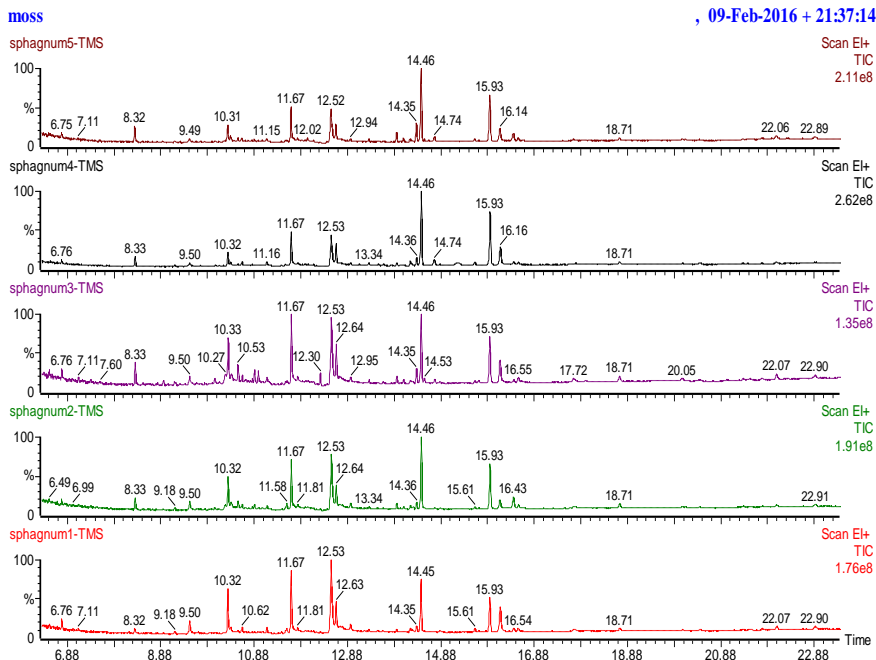
საკვლევი ობიექტები დავამზადეთ 2016 წლის თებერვალში, მასალა ავიღეთ კოლხეთის დაბლობის პერკოლაციური ტიპის ტორფნარის – ისპანი 2–ის სხვადასხვა ზონიდან (გუმბათიდან და ბუფერული). საკვლევი მასალა 24 საათის განმავლობაში იმყოფებოდა ოთახის ტემპერატურაზე,

შემდეგ გამოვაშრეთ Thermo scientific 30-70°C, გამომშრალი სფაგნუმი დავაქუცმაცეთ, 2 გრამი მოვათავსეთ კონტეინერში და დავამატეთ მეთანოლი. კონტეინერები მოვათავსეთ ულტრაბგერით აბაზანაში (mrc) 30 წთ-ის განმავლობაში 35°C ტემპერატურაზე. ექსტრაქციის შემდეგ მოვახდინეთ რეექსტრაქცია. მეთანოლიანი ექსტრაქტების ანალიზისათვის გამოვიყენეთ *Agilent Technologies 7000 GC/MS/MS Triple Quad*. ინექტორს ინექციით მიეწოდება 1 მკლ ექსტრაქტი და ლუმელში ცხელდება 250°C-დან - 310°C მდე, ორთქლის გადამტანი აირი - ჰელიუმი. მილი TX-1701 (60 m × 0.25 mm). მილში იონების შეკავების დრო დამოკიდებულია მის ფიზიკურ თვისებაზე. მასობრივი სპექტრის გამოვლენის დასრულების შემდეგ, მოვახდინეთ მასალის მრავალმხრივი დამუშავება.

ჩვენს მიერ შესწავლილ სფაგნუმის 5 სახეობაში (*Sphagnum austini* Sull. (*Sphagnum imbricatum* ssp. *Austinii*), *Sph. papillosum* Lindb., *Sph. palustre* L., *Sph. cuspidatum* Ehrh.ex Hoffm., *Sph. rubellum* Wilson.) გაზური ქრომატოგრაფიით - *Agilent Technologies 7000 GC/MS/MS Triple Quad* გამოვლინდა 16 ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება. შესწავლილ ობიექტებში დაფიქსირდა გამოვლენილ ნივთიერებათა სპექტრის თვისობრივი განსხვავება (იხ. დიაგრამა 1). ესტერი Cis-9- Octadecenoil Acid – ოლეინის მჟავა, შეკავების დრო 12,53 და Cis-9-Palmitoleic Acid – პალმიტინის მჟავა, შეკავების დრო 11,67 (იხ. ცხრილი 1, დიაგრამა 3) და ასევე, Dimethyl 1,4-cyclohexanedicarboxylate, შეკავების დრო 10,32 გამოვლინდა ხუთივე სახეობაში (იხ. ცხრილი 1).

ფენოლური ნაერთი – Methyl 4-O-benzyl-beta-D-xylopiranoside დაფიქსირდა მხოლოდ N4 ნიმუშში, შეკავების დრო 11,16 (იხ. ცხრილი 1 და დიაგრამა 2). ხოლო, პოლოსაქარიდი 1,2-Benzenedicarboxylic acid გამოვლინდა ხუთივე ნიმუშში შეკავების დრო 9,5 (იხ. დიაგრამა 1 და 4). პოლოსაქარიდი Alpha-D-

glucopyranoside შეკავების დრო 14,36 გამოვლინდა ხუთივე სახეობაში (იხ.დიაგრამა 4).

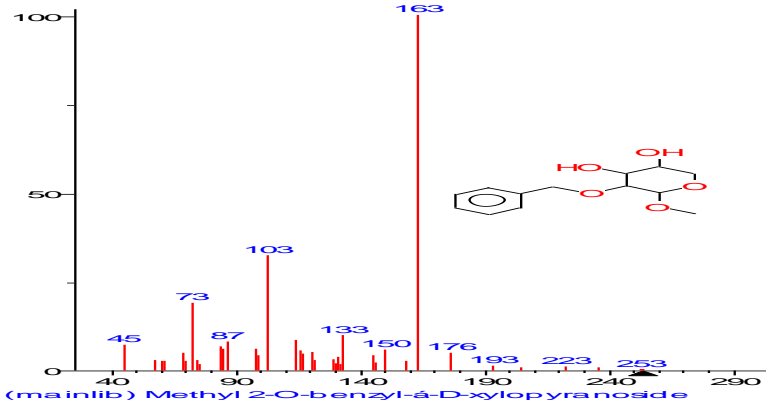


დიაგრამა 1. *Sphagnum L.* (ნიმუში Sphagnum 1 შეესაბამება *Sph.rubelum*-ს, sphagnum 2 – *Sph.papillosum*-ს, sphagnum 3 – *Sph.palustre*-ს, sphagnum 4 – *Sph.cuspidatum*-ს და sphagnum 5 - *Sph.imbricatum*-ს) ხავსის გაზური ქრომატოგრაფიით (GC-MS/MS) გამოვლენილი ნივთიერებათა სპექტრი. დიაგრამაზე მოცემული ციფრები აღწერს ცხრილი 1 ჩამოთვლილი ნივთიერებების შეკავების დროს.

ცხრილი 1

გაზური ქრომატოგრაფიით (GC-MS/MS) სფაგნუმის სახეობებში გამოვლენილი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები

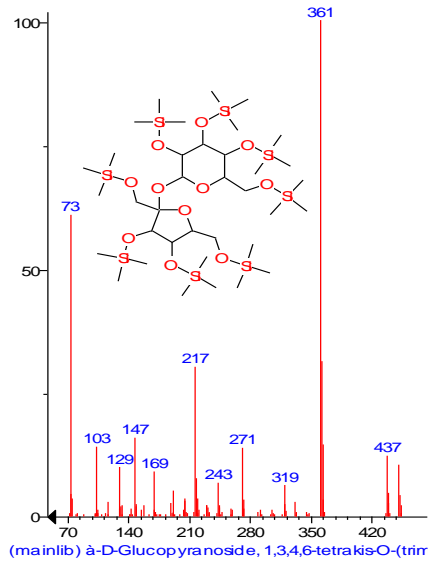
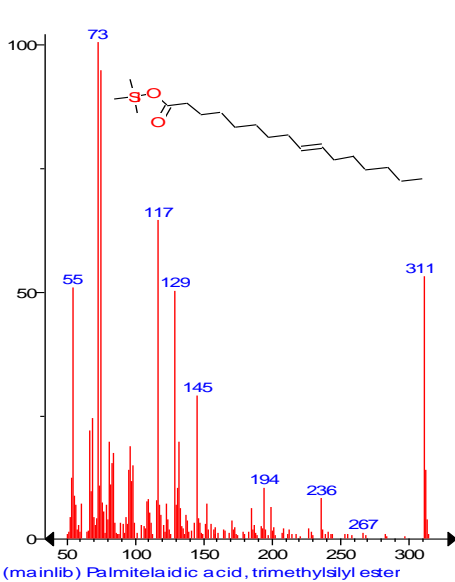
	შეკვების დრო	ქიმიური დასახელება	საერთო დასახელება	მოლეკულური წონა
1	8,32	Malic acid	ვაშლის მჟავა	134,08744
2	9,5	1,2-Benzenedicarboxylic acid	ფტალის მჟავა	166.13084
3	10,32	Dimethyl 1,4-cyclohexanedicarboxylate	ბიდრინ	200,23
4	10,53	Glucofuranosa	გლუკოფურანოზა	220.21974
5	10,62	Myristic acid	ტეტრადეკანის მჟავა	228.37
6	10,88	D-xylose	ხის შაქარი	150.1299
7	11,16	Methyl 4-O-benzyl-beta-D-xylopiranoside	რიზოფურანოზა	254.27
8	11,24	Ascorbic Acid	Vit-C	176.12412
9	11,67	Cis-9-Palmitoleic Acid	პალმიტინის მჟავა	326
10	12,53	Cis-9- Octadecenoil Acid	ოლეის მჟავა	282,46136
11	13,93	3-O-Alpha-D-glucopyranosyl-D-fructose	ტურანოზა	342,29648
12	14,0	Arabinose	არაბინოზა	150,1299
13	14,23	Glycerol-3-palmitate	მონოპალმიტინის მჟავა	330,50262
14	14,36	Alpha-D-glucopyranoside	გლუკოპირანოზა	918
15	14,35	Ribitol	რიბიტოლი	152,14578
16	16,55	1-(4-Methyl-6-methoxy-2-quinolyl)1'-phenyl-3,3'-dimethyl-(4,5'-bipyrazol)-5-ol		425



Name: Methyl 2-O-benzyl- α -D-xylopyranoside

Formula: C₁₃H₁₈O₅

MW: 254



დიარამა 2. გაზური ქრომატოგრაფიით (GC-MS/MS) *Sphagnum cuspidatum* გამოვლენილი Methyl 2-O-benzyl- α -D-xylopyranoside ფენოლური ნაერთი.

თავი 3.4. სფაგნუმის ზოგიერთი სახეობის ანტიბაქტერიული მოქმედების შესწავლა

მომზადებული ობიექტების ანტიბაქტერიული აქტივობის კვლევა ჩატარდა გიორგი ელიავას სახელობის ბაქტერიოფაგიის, მიკრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტში. ანტიბაქტერიული ეფექტის შეფასება განხორციელდა სტანდარტიზებული პროტოკოლის საშუალებით დისკების დიფუზიის მეთოდისა (Disc Diffusion Method - DDM) და აგარის ორმოების დიფუზიის მეთოდის (agar well diffusion) გამოყენებით. ანტიბაქტერიული აქტიურობის გაზომვა განხორციელდება (Minimal Inhibitory Concentration -MIC) ინჰიბირების ზონის არსებობით/არარსებობით და ინჰიბირების მინიმალური კონცენტრაციის სიდიდეთა განსაზღვრით. ანტიმიკრობული აქტიურობის ინვიტროშეფასება ჩატარდა შტამების განსაზღვრულ ინაკრების მიმართ თემდეგ კულტურებზე: *Klebsiella* spp, *E-coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus* spp, *Enterococcus* spp, *Shigella* spp, *Salmonella* spp, *Enterobacter* spp, *Proteus* spp, *Staphylococcus aureus*. 2% BH აგარის ფინჯანზე გაკეთდა ე.წ. ბაქტერიული გაზონი - 1მლ ბაქტერიული კულტურა დატანილ და განაწილებულ იქნა მთლიან ფინჯანზე. ფინჯანის გაშრობის შემდეგ დავიტანეთ 10 მკლ საკვლევი ობიექტი. ფინჯანები მოთავსდა თერმოსტატში 18-24სთ-ის განმავლობაში ინკუბაციისთვის.

ანტიბაქტერიული აქტივობა

გამოყენებული ბაქტერიული შტამების ჩამონათვალი მგრძნობელობის შედეგებით მოცემულია N1 ცხრილში.

1.Sphagnum papillosum	წვენი
2. Sphagnum palustre	წვენი
3. Sphagnum rubellum	პოლისაქარიდები
4. Sphagnum rubellum	წვენი
5. Sphagnum palustre	პოლისაქარიდები
6. Sphagnum papillosum	პოლისაქარიდები
7. Sphagnum papillosum	წყლიანი ექსტრაქტი
8.Sphagnum imbricatum	წყლიანი ექსტრაქტი

ანტიბაქტერიული მოქმედების შესწავლის შედეგები

შტამი	საკვლევი ნიმუშის N							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Streptococcus pyogenes			2+					
Escherichia coli								1+
Enterobacter cloacae						1+		
Salmonella typhimurium							4+	
Klebsiella pneumoniae								
Proteus vulgaris							4+	
Shigella flexneri							4+	4+
Enterococcus faecalis								
Staphylococcus aureus							4+	
Pseudomonas aeruginosa								

ჩატარებული კვლევების თანახმად სფაგნუმის (*Sphagnum rubellum Sph. austinii* და *Sph. papillosum*) ანტიბიოტიკური თვისებები განპირობებულია პექტინის მსგავსი პოლიმერული ნივთიერებით - სფაგნანით (ცხრილი N1, ნიმუში N3 და N6).

საკვლევი ობიექტებიდან საკმაოდ ფართო სპექტრის და იმავდროულად გამოხატული ბაქტერიციდული მოქმედება გააჩნია *Sphagnum papillosum*-ის წყლიან ექსტრაქტს.

ანტიბაქტერიულ მოქმედებაზე შესწავლის შედეგები ნათელს ხდის სფაგნუმის სამედიცინო პრაქტიკაში გამოყენების პერსპექტივას.

3.5 ჰაერის მძიმე მეტალებით დაჭუჭყიანების აქტიური მონიტორინგი ბიომონიტორატორის „სფაგნუმის ჩანთის“ გამოყენებით

3.5.1 „სფაგნუმის ჩანთებით“ ქ. ბათუმის ატმოსფერულ ჰაერში მძიმე მეტალების შემცველობის მონიტორინგი

3.5.2. ქ.ბათუმის ბიომონიტორინგის კვლევის შედეგი

2016 წლის 2 ნოემბერს წინასწარ შერჩეულ ოთხ საკვლევ უბანზე დამონტაჟდა „სფაგნუმის ჩანთები“ და 17 ნოემბერს ჩამოიხსნა, შეიფუთა და მომზადდა ნიმუშები შემდგომი ლაბორატორიული კვლევისთვის. ოთხივე უბნიდან აღებულ ნიმუშებზე ჩატარდა ატომურ ადსორბციული კვლევა 36 მძიმე მეტალზე, ნიმუშებში გამოვლინდა სხვადასხვა მძიმე მეტალების სპექტრი, უბნისა და სეზონის მიხედვით.

3.5.2.1 2016 წლის შემოდგომის კვლევის შედეგი

კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ ნოემბრის თვეში გოგოლის ქუჩაზე დამონტაჟებულ სფაგნუმის ჩანთის ნიმუში არ შეიცავდა შემდეგ 8 მძიმე მეტალს: As, Sr, Mo, Sn, Sb, Ba, Ta, Pt. ხოლო 9 ელემენტი ისეთი მცირე რაოდენობითაა, რომ მისი %

მაჩვენებელი ნულის ტოლია. მაღალი შემცველობა დაფიქსირდა შემდეგი მეტალების : Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Zr, Ag, Pb. უნდა აღინიშნოს რომ გაეროს ეკონომიკური კომისიის მიერ დასახელებულ 3 ყველაზე ტოქსიკურ ელემენტიდან დაფიქსირდა საყურადღებო კონცენტრაცია ნიმუშში – კადმიუმი(Cd) 2.33 (მკგ/მლ), ვერცხლისწყალი (Hg) 6.64 (მკგ/მლ) და ტყვია Pb 8.25398 (მკგ/მლ), მაღალი ტოქსიკურობითა და კანცეროგენური თვისებებით ხასიათდება ქრომი (Cr) (Tchounwou et al., 2001), რომლის მაჩვენებელი ნიმუშში 1.7324 (მკგ/მლ). შედარებისათვის ასევე მოცემულია საკვლევი მძიმე მეტალების ანალიზის შედეგები სფაგნუმის ჩანთის საწყის ნედლეულში - *Sph. Papillosum Lindb.* - ში.

ცხრილი N4

გოგოლის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“ და *Sphagnum Papillosum Lindb.* ანალიზის შედეგები (2016 წლის ნოემბერი)

ელემენტების დასახელება	ნიმუშის დასახელება		
	<i>Sph. Papillosum Lindb.</i>	„სფაგნუმის ჩანთა“, 20.11.16	
ნაკადი		150 (µA)	
ელემენტი	%-ში	ინტენსივობა (მკგ/მლ)	%-ში
Mg	0.09123	12.15	1.31012
Al	0.09865	25.05	1.016039
Si	3.33335	386.15	6.49371
P	0.13564	45.02	0.21922
S	1.02054	114.61	1.57203
K	2.90243	549.83129	4.50258
Ca	4.51141	861.75	6.85041
Ti	0.01895	8.28889	0.020534

V	-	0.59966	-
Cr	0.00014	1.7324	0.0115
Mn	0.16346	25.49034	0.5285
Fe	2.15161	469.32176	2.87001
Co	-	2.13394	-
Ni	0.00532	2.07586	0.00661
Cu	0.02512	21.40651	0.0261
Zn	0.13027	72.42371	0.25331
As	-	-	-
Zr	0.01038	24.32611	0.01432
Sr	-	-	-
Nb	-	1.04094	-
Mo	-	-	-
Ag	-	2.99841	-
Cd	-	2.33	-
Sn		6.48	-
Sb	-	-	-
W	-	2.68817	-
Au	-	1.21736	-
Pb	0.00011	11.51203	0.02334
Ba	-	0.48	-
Hf	-	-	-
Ta	-	-	-
Hg	-	6.64	-
Bi	-	0.01	-
Th	-	1.19	-
U	-	2.81	-
Pt	-	-	-

ტბელ აბუსერიძის ქუჩიდან აღებული სფაგნუმის ჩანთების ატომურ აბსორბციული კვლევისას აღმოჩნდა, რომ შესწავლილი მძიმე მეტალების სპექტრიდან 17 არ გამოვლენილა, მათ შორის არის მაღალი ტოქსიკურობით გამორჩეული Cd და Hg. თუმცა,

გოგოლის ქუჩასთან შედარებით აქ დაფიქსირდა Pb (10.46483 მკგ/მლ) და Cr (2.98128 მკგ/მლ) უფრო მაღალი შემცველობა (იხ. ცხრილი N5 და დიაგრამა N5). ტბელ აბუსერიძის ქუჩა გამოირჩევა მაღალსართულიანი შენობებით, ავტოტრანსპორტის მაღალი გამავლობით, ვენტილაციის დაბალი მაჩვენებლით რამაც განაპირობა ამ უბანში ტყვიისა და ქრომის ნიმუშში აკუმულირება შედარებით მაღალი კონცენტრაციით.

ცხრილი N5

ტბელ აბუსერიძის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“ ანალიზის შედეგები (2016 წლის ნოემბერი)

ელემენტების დასახელება	ტბ. აბუსერიძის ქ. 20.11.16	
ნაკადი	150 (µA)	
ელემენტი	ინტენსივობა (მკგ/მლ)	%-ში
Mg	7.58273	0.80389
Al	24.51883	1.13473
Si	383.8782	6.47472
P	20.39734	0.07101
S	76.88768	1.0389
K	112.41237	0.90152
Ca	1145.70245	9.85005
Ti	10.44676	0.2703
V	1.30535	-
Cr	2.98128	0.02494
Mn	27.72905	0.54338
Fe	627.96027	3.78859
Co	4.15372	-
Ni	5.13411	0.04135
Cu	24.5052	0.05078
Zn	128.35247	0.52758
As	-	-
Zr	25.76621	0.01528
Sr	-	-
Nb	3.32539	-

Mo	-	-
Ag	25.695	0.06662
Cd	3	-
Sn	1.66	-
Sb	0.39	-
W	2.39621	-
Au	1.41265	-
Pb	10.46483	0.01926
Ba	0.25	-
Hf	2.18864	-
Ta	-	-
Hg	3.71	-
Bi	0.07	-
Th	0.54	-
U	0.84	-
Pt	-	-

თამარ მეფის გამზირზე დამონტაჟებული ნიმუშების ანალიზის შედეგად გამოვლინდა ოთხი ყველაზე ტოქსიკური ელემენტის შემდეგი შემცველობა: Cd 3,43 (მკგ/მლ), Hg 4,27 (მკგ/მლ) Pb 8,58129(მკგ/მლ) Cr 1,45691(მკგ/მლ), თუმცა Cd 3,43 (მკგ/მლ) და Hg 4,27(მკგ/მლ) შემცველობა, იმდენად უმნიშვნელოა, რომ მათი პროცენტული მნიშვნელობა ნულის ტოლია. ხოლო Pb 8,58129(მკგ/მლ) შემცველობა ნაკლებია ტბ.აბუსერიძის და გოგოლის ქუჩის ნიმუშებში გამოვლენილ, მაჩვენებელზე. Cr 1,45691(მკგ/მლ) შემცველობაც ჩამორჩება ტბ.აბუსერიძის და გოგოლის ქუჩის ნიმუშების ანალიზის შედეგს (იხ.ცხრილი N6 და დიაგრამა N5).

უნდა აღინიშნოს, რომ თამარ მეფის გამზირი ხასიათდება მაღალი ვენტილაციით, და ნიმუშების დამონტაჟების უბანში არ არის მაღალსართულიანი შენობები. რაც ხელისშემშლელი ფაქტორია მტვრის და გამონაბოლქვის დასაგროვებლად.

ცხრილი N6

თამარ მეფის გამზირზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“
ანალიზის შედეგები (2016 წლის ნოემბერი)

ელემენტების დასახელება	თამარ მეფის გამზ. 20.11.16	
ნაკადი	150 (μA)	
ელემენტი	ინტენსივობა (მკგ/მლ)	%-ში
Mg	12.82	1.38
Al	31.32	1.46334
Si	436.17	7.05388
P	24.38	0.09135
S	64.6	0.86523
K	140.30637	1.10202
Ca	1656.54	15.64724
Ti	10.04552	0.25822
V	1.87537	-
Cr	1.45691	0.00854
Mn	26.59321	0.53583
Fe	795.45773	4.84127
Co	5.75837	0.00277
Ni	2.9255	0.01626
Cu	22.91152	0.03824
Zn	108.43052	0.42954
As	-	-
Zr	40.97229	0.02546
Sr	-	-
Nb	1.2774	-
Mo	-	-
Ag	13.20702	0.02685
Cd	3.43	-
Sn	-	-
Sb	1.78	0.00178
W	1.86786	-
Au	1.69002	-

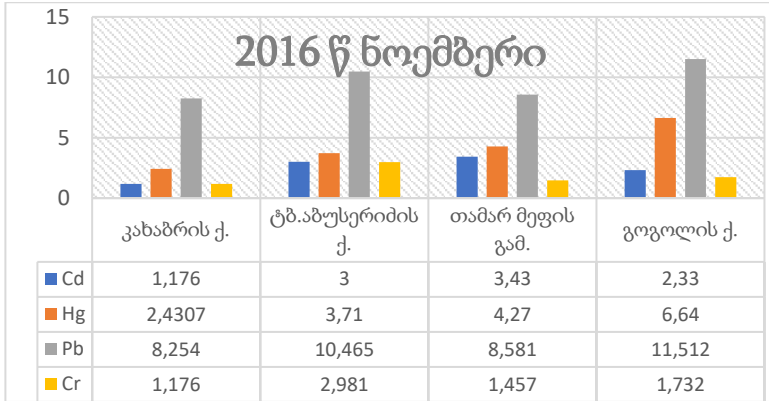
Pb	8.58129	0.0143
Ba	-	-
Hf	1.98453	-
Ta	-	-
Hg	4.27	-
Bi	0.27	-
Th	0.58	-
U	1.12	-
Pt	-	-

კახაბრის ქუჩიდან აღებულ ნიმუშებში დაფიქსირდა შემდეგი მძიმე მეტალების სპექტრი Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Zr, Ag, Pb (ცხრილი N7 და დიაგრამა N6). მიუხედავად იმისა რომ, ეს უბანი ხასიათდება სატრანსპორტო საშუალების მოძრაობის მაღალი ინტენსივობით ტყვიის, ვერცხლისწყლის და ქრომის შემცველობა ჩამორჩება დანარჩენი საკვლევი ობიექტების სფაგნუმის ჩანთებში გამოვლენილ კონცენტრაციას და ახლოსაა თამარ მეფის გამზირის ნიმუშის მაჩვენებელთან. ამ ორ უბანს ახასიათებს ვენტილაციის მაღალი მაჩვენებელი და დაბალი შენობები. საყურადღებოა ის ფაქტი რომ ყველა უბანთან შედარებით, ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი Cd 3.96115 (მკგ/მლ) დაფიქსირდა კახაბრის ქუჩის ნიმუშებში.

ცხრილი N7
კახაბრის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“ ანალიზის
შედეგები
(2016 წლის ნოემბერი)

ელემენტების დასახელება	კახაბრის ქ. 20.11.16	
ნაკადი	150 (μA)	
ელემენტი	ინტენსივობა (მკგ/მლ)	%-ში
Mg	6.68	0.70383
Al	21.99	1.01254

Si	338.48	6.00937
P	18.87	0.06441
S	73.01	0.98409
K	118.3408	0.94413
Ca	1137.35	9.76181
Ti	8.26359	0.20458
V	1.40131	-
Cr	1.17602	0.00552
Mn	28.23333	0.54673
Fe	589.19399	3.56412
Co	4.25677	-
Ni	3.59424	0.02386
Cu	22.15016	0.0321
Zn	126.4034	0.51799
As	-	-
Zr	17.42527	0.0097
Sr	-	-
Nb	1.30059	-
Mo	-	-
Ag	13.78778	0.0287
Cd	3.96115	-
Sn	-	-
Sb	-	-
W	2.53282	-
Au	1.25481	-
Pb	8.25398	0.01328
Ba	-	-
Hf	1.99147	-
Ta	-	-
Hg	2.4307	-
Bi	0.10003	-
Th	0.39011	-
U	0.38011	-
Pt	-	-



დიაგრამა 5. 2016 წლის შემოდგომაზე (ნოემბერი) სხვადასხვა უბანზე აღებული ნიმუშებში Cd, Hg, Pb, Cr კვლევის შედეგების შედარება

3.5.2.2. 2017 წლის ზამთრის კვლევის შედეგები

2017 წლის 5 თბერვალს ქ.ბათუმის ოთხ საკვლევი უბნიდან აღებული „სფაგუმის ჩანთის“ ატომურ აბსორბციული კვლევის შედეგად გამოვლინდა მძიმე მეტალების საერთო სპექტრი ოთხივე უბნისთვის რომელიც 17 ელემენტისგან არის წარმოდგენილი: Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Zr, Ag. თუმცა, კახაბრის ქუჩაზე დამონტაჟებულ ნიმუშებში დაფიქსირდა 2 განსხვავებული ელემენტი Sb და Co, ხოლო თამარ მეფის გამზირზე მხოლოდ Co.

ოთხი ტოქსიკური ელემენტიდან (Cd, Hg, Pb, Cr), ყველაზე მეტი მაჩვენებელი დაფიქსირდა Pb, Cr გოგოლის ქუჩის ნიმუშში, მას ჩამორჩება კახაბრის ქუჩის და თამარ მეფის გამზირის მონაცემები. ყველაზე ნაკლები შემცველობა კი ტბ. აბუსერიძის ნიმუშშია. Hg შემცველობის ყველაზე მაღალი კოეფიციენტი გამოვლინდა გოგოლის ქუჩის ნიმუშში, მას თანმიმდევრობით ჩამორჩება თამარ მეფის გამზირის, კახაბრის და ტბ.აბუსერიძის ქუჩის ნიმუშების კონცენტრაცია. Cd-ის ყველაზე მცირე

რაოდენობა დაფიქსირდა გოგოლის ქუჩის ნიმუშში, მაქსიმუმი კი კახაბრის ქუჩის ნიმუშებში, მას ჩამორჩა ტბ.აზუსერიძის ქუჩის და თამარ მეფის გამზირის მაჩვენებლები (იხ. ცხრილი N8,9,10,11 და დიაგრამა N6). N8 ცხრილში შედარებისათვის ასევე მოცემულია საკვლევი მძიმე მეტალების ანალიზის შედეგები სფაგნუმის ჩანთის საწყის ნედლეულში - *Sph. Papillosum Lindb.* - ში.

ცხრილი N8

გოგოლის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“ და *Shpagnum Papillosum Lindb.* ანალიზის შედეგები (2017 წლის თებერვალი)

ელემენტების დასახელება	ნიმუშის დასახელება		
	<i>Sph. Papillosum Lindb.</i>	გოგოლის ქ. 22.02.17	
ნაკადი		150 (µA)	
ელემენტი	%-ში	ინტენსივობა (მკვ/მლ)	%-ში
Mg	0.09234	12.15	1.31012
Al	0.09982	25.05	1.16039
Si	4.54452	386.15	6.49371
P	0.14743	45.02	0.21922
S	1.45621	114.61	1.57203
K	2.94175	549.83129	4.50258
Ca	4.62342	861.75	6.85041
Ti	0.09007	8.28889	0.20534
V	-	0.59966	-
Cr	0.00012	1.7324	0.0115
Mn	0.34361	25.49034	0.5285
Fe	2.43256	469.32176	2.87001
Co	-	2.13394	-
Ni	0.00445	2.07586	0.00661
Cu	0.02447	21.40651	0.0261
Zn	0.15643	72.42371	0.25331
As	-	-	-
Zr	0.0048	17.42527	0.0097

Sr	-	-	-
Nb	-	1.04094	-
Mo	-	-	-
Ag	-	2.99841	0.0287
Cd	-	2.33	-
Sn		6.48	-
Sb	-	-	-
W	-	2.68817	-
Au	-	1.21736	-
Pb	0.00013	11.60655	0.02377
Ba	-	0.48	0
Hf	-	-	-
Ta	-	-	-
Hg	-	6.64	-
Bi	-	0.01	-
Th	-	1.19	-
U	-	2.81	-
Pt	-	-	-

ცხრილი N9

ტბელ აბუსერიძის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“
ანალიზის შედეგები (2017 წლის თებერვალი)

ელემენტების დასახელება	ტბ. აბუსერიძის ქ. 22.02.17	
ნაკადი	150 (μA)	
ელემენტი	ინტენსივობა (მკვ/მლ)	%-ში
Mg	7.58	0.80358
Al	14.25	0.63857
Si	216.22	3.95326
P	30.62	0.13001
S	95.12	1.29658

K	464.11445	3.72969
Ca	681.53	4.94823
Ti	4.44268	0.08956
V	0.35094	-
Cr	1.05544	0.00422
Mn	14.77386	0.43991
Fe	223.51748	1.83544
Co	-	-
Ni	2.85868	0.0155
Cu	25.42102	0.05788
Zn	63.65958	0.2138
As	-	-
Zr	6.66704	0.00249
Sr	-	-
Nb	1.1203	-
Mo	-	-
Ag	17.57089	0.04075
Cd	3.13	-
Sn	5.05	-
Sb	-	-
W	-	-
Au	1.98212	-
Pb	6.00955	0.00626
Ba	1.17	-
Hf	2.55377	-
Ta	0	-
Hg	2.32	-
Bi	0.06	-
Th	0.55	-
U	1.08	-
Pt	-	-

კახაბრის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“ ანალიზის
შედეგები

(2017 წლის თებერვალი)

ელემენტების დასახელება	კახაბრის ქ. 22.02.2017	
ნაკადი	150 (μA)	
ელემენტი	ინტენსივობა (მკგ/მლ)	%-ში
Mg	12.82	1.38
Al	31.32	1.46334
Si	436.17	7.05388
P	24.38	0.09135
S	64.6	0.86523
K	140.30637	1.10202
Ca	1656.54	15.64724
Ti	10.04552	0.25822
V	1.87537	-
Cr	1.45691	0.00854
Mn	26.59321	0.53583
Fe	795.45773	4.84127
Co	5.75837	0.00277
Ni	2.9255	0.01626
Cu	22.91152	0.03824
Zn	108.43052	0.42954
As	-	-
Zr	40.97229	0.02546
Sr	-	-
Nb	1.2774	-
Mo	-	-
Ag	13.20702	0.02685
Cd	3.43	-
Sn	-	-
Sb	1.78	0.00178

W	1.86786	-
Au	1.69002	-
Pb	8.58129	0.0143
Ba	-	-
Hf	1.98453	-
Ta	-	-
Hg	4.27	-
Bi	0.27	-
Th	0.58	-
U	1.12	-
Pt	-	-

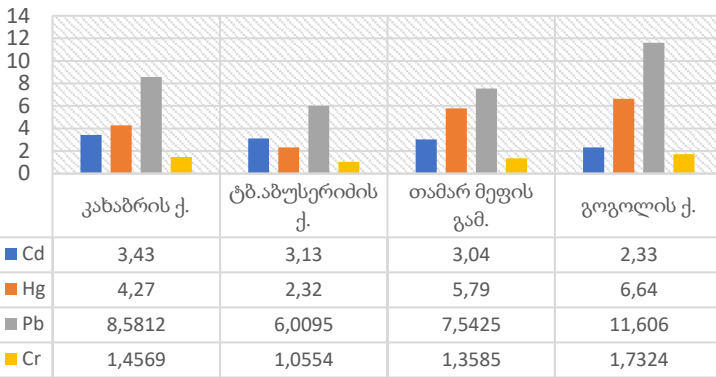
ცხრილი N11

თამარ მეფის გამზირზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“
ანალიზის შედეგები (2017 წლის თებერვალი)

ელემენტების დასახელება	თამარ მეფის გამზირი. 22.02.17	
ნაკადი	150 (μA)	
ელემენტი	ინტენსივობა (მკვ/მლ)	%-ში
Mg	9.11	0.97317
Al	22.28	1.02656
Si	298.24	5.37835
P	36.45	0.16613
S	107.86	1.47664
K	410.128	3.24291
Ca	790.66	6.09942
Ti	7.71955	0.1882
V	0.61815	-
Cr	1.35855	0.00748
Mn	20.77285	0.49715
Fe	464.05574	2.83952

Co	1.68813	-
Ni	2.46302	0.01101
Cu	21.67064	0.02823
Zn	68.00236	0.23338
As	2.54088	0.02171
Zr	20.99301	0.01208
Sr	-	-
Nb	1.51753	-
Mo	-	-
Ag	5.62232	-
Cd	3.04	-
Sn	-	-
Sb	3.28	0.00757
W	-	-
Au	1.26287	-
Pb	7.54254	0.01105
Ba	0.35	-
Hf	1.88266	-
Ta	-	-
Hg	5.79	-
Bi	0.15	-
Th	1.13	-
U	1.79	-
Pt	-	-

2017 წ. თებერვალი



დიაგრამა N6. 2017 წლის თებერვლში სხვადასხვა უბანზე აღებული ნიმუშებში Cd, Hg, Pb, Cr კვლევის შედეგების შედარება

3.5.2.3. 2017 წლის გაზაფხულის კვლევის შედეგები

2017 წლის მისში აღებული „სფაგნუმის ჩანთების“ ნიმუშების ანალიზის შედეგად გამოვლინდა ოთხივე საცდელ ობიექტზე 17 საერთო მძიმე მეტალების სპექტრი, მხოლოდ ტბ. აბუსერიძის ქუჩის ნიმუშში, დაფიქსირდა ერთი მეტი ელემენტი - As. ოთხი ტოქსიკური ელემენტიდან (Cd, Hg, Pb, Cr), Cd დაფიქსირდა ყველაზე მაღალი კონცენტრაციით თამარ მევის გამზირის ნიმუშებში 3,87 (მკგ/მლ) 0,43(მკგ/მლ)-ით ჩამორჩება კახაბრის ქუჩიდან აღებული ნიმუშების შედეგი - 3,44 (მკგ/მლ), მას სიმცირით მოსდევს ტბ.აბუსერიძის ქუჩის ნიმუშის მონაცემი - 2,88 (მკგ/მლ) და ყველაზე მცირე გოგოლის ქუჩის ნიმუშებში 2,05189 (მკგ/მლ). Hg (5,99552 მკგ/მლ) და Pb (10,27545 მკგ/მლ) ყველაზე მაღალი შემცველობა დაფიქსირდა გოგოლის ქუჩის ნიმუშში, ხოლო Cr 2017 წლის გაზაფხულზე ყველაზე მაღალი

კონცენტრციით გამოიკვეთა კახაბრის ქუჩის ნიმუშებში 1,66566 (მკგ/მლ). უნდა აღინიშნოს ის ფაქტი, რომ ტყვიის შემცველობა იმ უბნებში გამოვლინდა დაბალი სადაც ვენტილაციის მაღალი ხარისხია, როგორცაა თამარ მეფის გამზირი და კახაბრის ქუჩა (იხ. ცხრილი N12,13,14,15 და დიაგრამა N7). N12 ცხრილში შედარებისათვის ასევე მოცემულია საკვლევი მძიმე მეტალების ანალიზის შედეგები სფაგნუმის ჩანთის საწყის ნედლეულში - *Sph. Papillosum Lindb.* - ში.

ცხრილი N12

გოგოლის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“ და *Sphagnum Papillosum Lindb.* ანალიზის შედეგები (2017 წლის მაისი)

ელემენტების დასახელება	ნიმუშების დასახელება		
	<i>Sphagnum Papillosum Lindb.</i>	გოგოლის ქ. 23.05.17	
ნაკადი		150 (μA)	
ელემენტი	%-ში	ინტენსივობა (მკგ/მლ)	%-ში
Mg	0.89322	11.23	1.20815
Al	1.23844	33.24	1.55611
Si	5.35789	514.67	8.35261
P	0.12456	44.16	0.21389
S	0.76847	72.59	0.97816
K	2.88250	410.53238	3.24656
Ca	9.99876	1307.67	11.56105
Ti	0.12547	10.21513	0.26333
V	-	1.25011	-
Cr	0.00008	1.47466	0.00873
Mn	0.41365	23.08947	0.51255
Fe	2.78953	590.66873	3.57266
Co	-	2.30102	-
Ni	0.00870	2.52201	0.01168

Cu	0.00954	19.43935	0.01022
Zn	0.17324	74.67239	0.26345
As	-	-	-
Zr	0.00678	30.96316	0.01876
Sr	-	-	-
Nb	-	1.30603	-
Mo	-	1.28303	-
Ag	-	11.14667	0.01964
Cd	-	2.05189	-
Sn		1.20111	-
Sb	-	-	-
W	-	1.90506	-
Au	-	0.83094	-
Pb	0.00007	10.27545	0.00196
Ba	-	0.18017	-
Hf	-	-	-
Ta	-	-	-
Hg	-	5.99552	-
Bi	-	0.1101	-
Th	-	0.74068	-
U	-	1.80166	-
Pt	-	-	-

ცხრილი N13

ტბელ აბუსერიძის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“
ანალიზის შედეგები (2017 წლის მაისი)

ელემენტების დასახელება	ტბ. აბუსერიძის ქ. 23.05.17	
ნაკადი	150 (µA)	
ელემენტი	ინტენსიობა (მკვ/მლ)	%-ში
Mg	10.55	1.13278
Al	32.96	1.54258
Si	502.76	8.15556

P	45.55	0.2225
S	71.93	0.96883
K	309.36477	2.33435
Ca	1427.01	12.95455
Ti	9.34817	0.23723
V	0.7157	-
Cr	1.27048	0.00654
Mn	22.59063	0.50923
Fe	607.69863	3.67127
Co	2.25084	-
Ni	3.30347	0.02056
Cu	19.28735	0.00899
Zn	94.69748	0.36195
As	1.64776	0.00257
Zr	26.62365	0.01585
Sr	-	-
Nb	2.41663	-
Mo	-	-
Ag	11.5266	0.02116
Cd	2.88	-
Sn	3.13	-
Sb	-	-
W	1.663	-
Au	0.84653	-
Pb	8.01699	0.01254
Ba	0.88	-
Hf	-	-
Ta	-	-
Hg	4.59	-
Bi	0.1	-
Th	0.51	-
U	1.25	-
Pt	-	-

კახაბრის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“ ანალიზის
შედეგები (2017 წლის მაისი)

ელემენტების დასახელება	კახაბრის ქ. 23.05.17	
ნაკადი	150 (μA)	
ელემენტი	ინტენსივობა (მკგ/მლ)	%-ში
Mg	5.35	0.55641
Al	25.01	1.15846
Si	310.69	5.57358
P	17.81	0.05984
S	49.00	0.64476
K	158.15134	1.2303
Ca	1127.35	9.65617
Ti	8.74748	0.21915
V	0.80964	-
Cr	1.66566	0.01079
Mn	15.72373	0.46042
Fe	523.75434	3.18519
Co	2.80884	-
Ni	2.723	0.01396
Cu	20.62267	0.01977
Zn	79.9947	0.28959
As	-	-
Zr	12.05912	0.0061
Sr	-	-
Nb	0.8865	-
Mo	-	-
Ag	12.38261	0.02422
Cd	3.44	-
Sn	1.73	-
Sb	0.13	-

W	2.21892	-
Au	1.13458	-
Pb	4.99529	0.00308
Ba	1.79	-
Hf	2.41716	-
Ta	-	-
Hg	2.34	-
Bi	0.05	-
Th	0.34	-
U	0.32	-
Pt	-	-

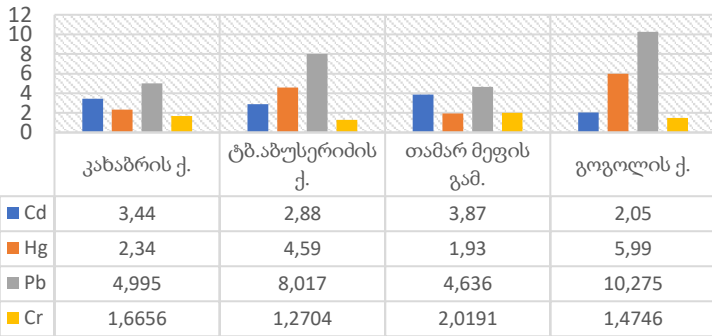
ცხრილი N15

თამარ მეფის გამზირზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“
ანალიზის შედეგები (2017 წლის მაისი)

ელემენტების დასახელება	თამარ მეფის გამზ. 23.05.17	
ნაკადი	150 (μA)	
ელემენტი	ინტენსივობა (მკვ/მლ)	%-ში
Mg	9.81	1.05076
Al	14.04	0.62842
Si	227.53	4.19254
P	31.41	0.1349
S	124.73	1.71506
K	228.99447	1.73953
Ca	1983.4	19.67444
Ti	8.1426	0.20094
V	0.51529	-
Cr	2.01919	0.01459
Mn	15.03135	0.44547
Fe	309.44783	2.14022

Co	2.1727	-
Ni	3.20255	0.01396
Cu	21.469	0.0266
Zn	60.2086	0.19825
As	-	-
Zr	16.69807	0.00921
Sr	-	-
Nb	0.74274	-
Mo	-	-
Ag	27.72784	0.07309
Cd	3.87	-
Sn	2.57	-
Sb	0.09	-
W	-	-
Au	1.83091	-
Pb	4.6365	0.00196
Ba	-	-
Hf	1.87654	-
Ta	-	-
Hg	1.93	-
Bi	0.07	-
Th	0.24	-
U	0.68	-
Pt	-	-

2017 წლის მაისი



დიაგრამა N7. 2017 წლის მაისში სხვადასხვა უბანზე აღებული ნიმუშებში Cd, Hg, Pb, Cr კვლევის შედეგების შედარება.

3.5.2.4 2017 წლის ზაფხულის კვლევის შედეგები

2017 წლის აგვისტოს თვეში საცდელი ობიექტებიდან აღებული „სფაგნუმის ჩანთის“ ანალიზის შედეგად ოთხიდან სამ ობიექტზე გამოვლინდა 18 საერთო მძიმე მეტალის სპექტრი, ხოლო კახაბრის ქუჩის ანალიზის შედეგებში ერთით ნაკლები ელემენტი დაფიქსირდა (As).

ოთხი ტოქსიკური ელემენტიდან (Cd, Hg, Pb, Cr), Cd დაფიქსირდა ყველაზე მაღალი კონცენტრაციით კახაბრის ქუჩის ნიმუშებში 3,53 (მკგ/მლ), 0,3(მკგ/მლ)-ით ჩამორჩება თამარ მევის გამზირიდან აღებული ნიმუშების შედეგი - 3,23 (მკგ/მლ), მას სიმცირით მოსდევს გოგოლის ქუჩის ნიმუშების მონაცემი - 2,73 (მკგ/მლ) და ყველაზე მცირე ტბ.აბუსერიძის ქუჩის ნიმუშებში 2,071 (მკგ/მლ). ყველაზე მაღალი კონცენტრაციით Hg (4,23 მკგ/მლ) გამოვლინდა თამარ მევის გამზირის ნიმუშებში, Cr 2,7532 (მკგ/მლ)

ტბ.აბუსერიძის ქუჩის ნიმუშებში, ხოლო Pb (10,2578 მკგ/მლ) ტბ.აბუსერიძის ნიმუშებში (იხ. ცხრილი N16,17,18,19 და დიაგრამა N8). N16 ცხრილში შედარებისათვის ასევე მოცემულია საკვლევი მძიმე მეტალების ანალიზის შედეგები სფაგნუმის ჩანთის საწყის ნედლეულში - *Sph. Papillosum Lindb.* - ში.

ცხრილი N16

გოგოლის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“ და *Sphagnum Papillosum Lindb.* ანალიზის შედეგები (2017 წლის აგვისტო)

ელემენტების დასახელება	ნიმუშების დასახელება		
	<i>Sphagnum Papillosum Lindb.</i>	გოგოლის ქ. 25.08.17	
ნაკადი		150 (μA)	
ელემენტი	%-ში	ინტენსივობა (მკგ/მლ)	%-ში
Mg	1.67588	21,36	2,29588
Al	0.50132	14.4	0.64582
Si	5.24754	350,14	6,19222
P	0.10567	33,37	0,14704
S	0.87954	112,85	1,54716
K	2.99868	533,3534	4,35401
Ca	5.12563	779,71	5,98375
Ti	0.11354	6,09387	0,13926
V	-	1,02824	-
Cr	0.00011	1,12709	0,00499
Mn	0.40278	24,38977	0.52119
Fe	1.78689	279,37113	2,03355
Co	-	0,53224	-
Ni	0.00467	1,98363	0,00556
Cu	0.00978	21,5092	0.02692
Zn	0.15768	55,32871	0,17625
As	-	1,79901	0,00581

Zr	0.00234	10,20922	0,00486
Sr	-	-	-
Nb	-	1,27055	-
Mo	-	-	-
Ag	-	9,88667	0,0146
Cd	-	2,73	-
Sn		0,57	-
Sb	-	0,47	-
W	-	-	-
Au	-	1,87413	-
Pb	0.00015	7,91705	0,01222
Ba	-	-	-
Hf	-	-	-
Ta	-	-	-
Hg	-	4,02	-
Bi	-	0,15	-
Th	-	0.87	-
U	-	2,33	-
Pt	-	-	-

ცხრილი N17

ტბელ აბუსერიძის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“
ანალიზის შედეგები (2017 წლის აგვისტო)

ელემენტების დასახელება	ტბ. აბუსერიძის ქ. 25.08.17	
ნაკადი	150 (µA)	
ელემენტი	ინტენსივობა (მკგ/მლ)	%-ში
Mg	12,23	1,31448
Al	11,35	0.50848
Si	223	3,94264

P	31,52	0,13868
S	110,85	1,51864
K	415,68	3,39194
Ca	680,27	5,21767
Ti	5,2691	0,12039
V	0,02321	-
Cr	2,7532	0,01211
Mn	25,6845	0,54862
Fe	348,4231	2,533
Co	0,42311	-
Ni	1,23568	0,00345
Cu	21,5092	0,02692
Zn	62,2458	0,19794
As	2,0237	0,00651
Zr	12,2457	0,00582
Sr	-	-
Nb	1,22012	-
Mo	0	-
Ag	8,8578	0,01307
Cd	2,071	-
Sn	0,42	-
Sb	0,71	-
W	-	-
Au	1,32871	-
Pb	10,2578	0,01579
Ba	-	-
Hf	-	-
Ta	-	-
Hg	3,76	-
Bi	-	-
Th	0,78	-
U	1,64	-
Pt	-	-

კახაბრის ქუჩაზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“ ანალიზის შედეგები

(2017 წლის აგვისტო)

ნიმუშის დასახელება	გოგოლის ქ. 25.08.17	
ნაკადი	150 (μA)	
ელემენტი	ინტენსივობა (მკგ/მლ)	%-ში
Mg	6,28	0,66568
Al	20,55	0,92146
Si	320,69	5,75297
P	18,9	0,63502
S	52,2	0,68686
K	221,2574	1,72120
Ca	1215,23	10,4088
Ti	7,8341	0,19626
V	0,702362	-
Cr	1,502311	0,009731
Mn	17,72321	0,51896
Fe	507,7234	3,08769
Co	2,51832	-
Ni	1,97263	0,00545
Cu	19,23441	0,00958
Zn	80,6792	0,29206
As	-	-
Zr	10,20922	0,00486
Sr	-	-
Nb	1,14023	-
Mo	-	-
Ag	11,23861	0,02198
Cd	3,53	-
Sn	1,22	-
Sb	0,17	-

W	1,29127	-
Au	1,12145	-
Pb	7,78705	0,00480
Ba	1,24	-
Hf	-	-
Ta	-	-
Hg	3,05	-
Bi	0,11	-
Th	0.23	-
U	0,33	-
Pt	-	-

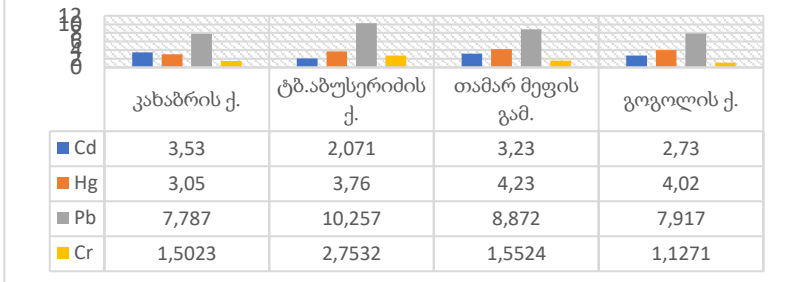
ცხრილი N19

თამარ მეფის გამზირზე განთავსებული „სფაგნუმის ჩანთების“
ანალიზის შედეგები (2017 წლის აგვისტო)

ნიმუშის დასახელება	ტბ. აბუსეროდის ქ. 25.08.17	
ნაკადი	150 (μA)	
ელემენტი	ინტენსივობა (მკგ/მლ)	%-ში
Mg	12,77	1,37898
Al	32,31	1,50959
Si	422,11	6,82649
P	31.52	0,13868
S	57,23	0,76651
K	135,30678	1,06275
Ca	1780,23	16,8155
Ti	8,03521	0,20654
V	1,88237	-
Cr	1,55247	0,0091

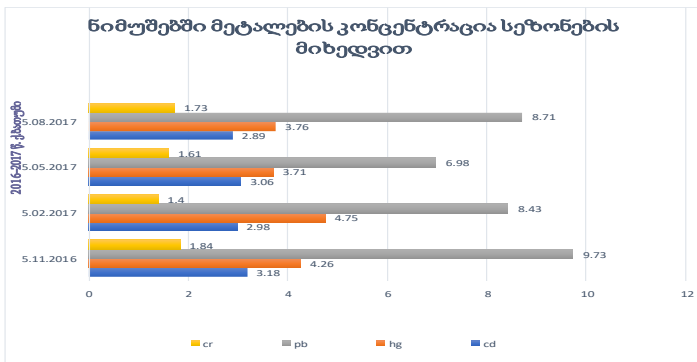
Mn	24,6835	0.49735
Fe	882,44721	5,3707
Co	4,23137	0,002
Ni	1,2245	0,0068
Cu	21,5092	0.02692
Zn	102,2218	0,40494
As	-	-
Zr	39,23147	0,02437
Sr	-	-
Nb	1,20012	-
Mo	-	-
Ag	8,8578	0,01307
Cd	3,23	-
Sn	-	-
Sb	0,52	-
W	-	-
Au	1,42131	-
Pb	8,87259	0,01478
Ba	-	-
Hf	1,23543	-
Ta	-	-
Hg	4,23	-
Bi	0,24	-
Th	0.52	-
U	1,17	-
Pt	-	-

2017 წ აგვისტო



დიაგრამა N 8. 2017 წლის აგვისტო სხვადასხვა უბანზე აღებული ნიმუშებში Cd, Hg, Pb, Cr კვლევის შედეგების შედარება.

საერთო სურათის შესაქმნელად გამოვითვალეთ საკვლევი ტერიტორიიდან აღებულ ნიმუშებში ოთხი ყველაზე ტოქსიკური ელემენტის ჯამური კონცენტრაცია და შედარებისთვის შევიტანეთ დიაგრამაში N9.



დიაგრამა N9. Cd, Hg, Pb, Cr ელემენტების კონცენტრაცია სეზონების მიხედვით

N9 დიაგრამიდან ჩანს, რომ Cd ყველა სეზონზე თითქმის თანაბარია, თუმცა მცირედით აჭარბებს შემოდგომასა და გაზაფხულზე. Hg მაქსიმალური მაჩვენებელი დაფიქსირდა ზამთარში, შედარებით ნაკლები დაფიქსირდა შემოდგომაზე, გაზაფხულზე და ზაფხულში ყველაზე ნაკლები მაჩვენებელია. Pb პიკს აღწევს შემოდგომაზე, მცირედით ჩამორჩება ზაფხულის და ზამთრის მონაცემი და მნიშვნელოვნად დაბალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა გაზაფხულზე. Cr სამ სეზონზე მსგავსი კონცენტრაციით გამოვლინდა, მხოლოდ ზამთარში დაფიქსირდა მნიშვნელოვნად დაბალი მაჩვენებელი.

2017 წლის თებერვალში აღებულ ნიმუშებში გამოვლინდა მძიმე მეტალების შემდეგი კონცენტრაცია : Pb 8,43(მკგ/მლ), Cd – 2,98 (მკგ/მლ), Cr – 1,4 (მკგ/მლ) Hg – 4,75 (მკგ/მლ). უნდა აღინიშნოს, რომ ვერცხლისწყალის ყველაზე მაღალი კონცენტრაცია ზამთარში დაფიქსირდა.

2017 წლის მაისში აღებულ ნიმუშებში გამოვლინდა მძიმე მეტალების ყველაზე ნაკლები მაჩვენებელი Pb – 6,98 (მკგ/მლ), Cd – 3,06 (მკგ/მლ), Cr – 1,61 (მკგ/მლ) Hg – 3,71 (მკგ/მლ). მაისში საშუალო თვის ნალექიანობა 74 მმ-ს უტოლდებოდა.

2017 წლის აგვისტოსთვის ნიმუშებში გამოვლინდა მძიმე მეტალების შემდეგი მაჩვენებელი: Pb – 8,71 (მკგ/მლ), Cd – 2,89 (მკგ/მლ), Cr – 1,73 (მკგ/მლ) Hg – 3,76 (მკგ/მლ) (იხ.დიაგრამა N9)

3.5.3.5. მიღებული შედეგების შედარება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციასთან

აღსანიშნავია რომ, საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2003 წლის 24 თებერვალის ბრძანება №38/ნ „გარემოს ხარისხობრივი მდგომარეობის ნორმების დამტკიცების შესახებ“- ის თანახმად კადმიუმის (Cd) საშუალო სადღეღამისო ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციაა 0,0003 (მგ/მ³) (საშიშროების კლასი 1), ვერცხლისწყალი (Hg) – 0,0003 (მგ/მ³)

(საშიშროების კლასი 1), ტყვიის (Pb) – 0,0003 (მგ/მ³) (საშიშროების კლასი 1), ქრომი (Cr) 0,0015 (მგ/მ³), (საშიშროების კლასი 1) (საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება №38/ნ 2003 წლის 24 თებერვალი :7). თუ, კვლევის შედეგებს გადავიყვანთ მგ/ლ მივიღებთ შემდეგს (იხ.ცხრილი20)

ცხრილი 20.
კვლევის შედეგები გადაყვანილი მგ/ლ

მგ/ლ				
მეტალები	Cr	Pb	Hg	Cd
პერიოდი				
2017 VIII	0.00173	0.00871	0.00376	0.00289
2017 V	0.00161	0.00698	0.00371	0.00306
2017 II	0.0014	0.00843	0.00475	0.00298
2016 XI	0.00184	0.00973	0.00426	0.00318

ცნობილია რომ, 1მგ/ლ =1ppm და ეს მონაცემები შეიძლება გადავიყვანოთ მგ/მ³ შემდეგი ფორმულით, რომელიც შემუშავებულია გარემოს დაცვის სააგენტოს მიერ (EPA) (Terrie et al., 2006) :

$$Y \text{ mg/m}^3 = (X \text{ ppm})(\text{atomic weight}) / 24.45$$

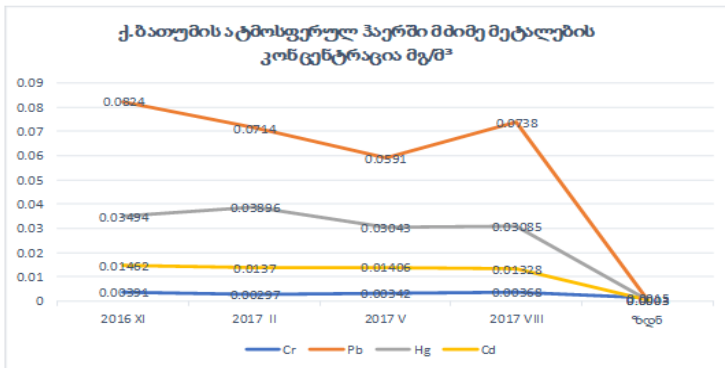
სადაც, ppm – არის მეტალის შემცველობა ნიმუშში გამოსახული მგ/ლ, atomic weight – მეტალის ატომური წონა, 24,45 – მუდმივი სიდიდე. მაშინ აღნიშნული ფორმულის გამოყენებით და შესაბამისი მეტალების ატომური წონის გათვალისწინებით (Cr ა/წ = 51.9961; Pb ა/წ = 207,2; Hg ა/წ = 200,592; Cd ა/წ = 112,411) (Michael et al., 2013 :11), მივიღებთ საკვლევი პერიოდისთვის 1მ³ შეწონილი მძიმე მეტალების კონცენტრაციას, რაც მდგომარეობს შემდეგში (იხ.ცხრილი 21.)

ცხრილი 21.

კვლევის შედეგები გადაყვანილი მგ/მ³

მგ/მ ³				
მეტალები	Cr	Pb	Hg	Cd
პერიოდი				
2017 VIII	0.00368	0.0738	0.03085	0.01328
2017 V	0.00342	0.0591	0.03043	0.01406
2017 II	0.00297	0.0714	0.03896	0.01370
2016 XI	0.00391	0.0824	0.03494	0.01462
ზღვ	0.0015	0.0003	0.0003	0.0003

კვლევის შედეგებისა და ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის შედარებით დადგინდა რომ, ქრომის (Cr) შემცველობა ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას ყველა სეზონისთვის საშუალოდ, აღემატება 2,33 – ჯერ, ტყვიის (Pb) შემცველობა აღემატება 236,26–ჯერ, ვერცხლისწყალი (Hg) 112,65 –ჯერ, კადმიუმი (Cd) 46,38–ჯერ (იხ. ცხრილი.20., დიაგრამა.10.)



დიაგრამა.10 ქ.ბათუმის ატმოსფერულ ჰაერში 2016 წ. ნოემბერში, 2017 წ–ის თებერვალში,მაისში და აგვისტოში აქტიური ბიომონიტორინგით დაფიქსირებული კონცენტრაციის შედარება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციასთან (ზღვ).

დასკვნები:

1. ჩატარდა კოლხეთის დაბლობის, გვარი სფაგნუმის სახეობების სისტემატიკური, ანატომიურ-მორფოლოგიური, ბიოეკოლოგიური და ფარმაკოქიმიური კვლევა. გამოვლენილია და აღწერილია სფაგნუმის საკვლევი სახეობების დამახასიათებელი ნიშან-თვისებები, რაც მნიშვნელოვანია მათი, განსაკუთრებით კი სიმილარული სახეობების იდენტიფიცირებისათვის.
2. იმნათისა და ისპანის წყლის მჟავიანობის შესწავლის შედეგად დადგინდა, რომ ტორფნარში, წყლის ზედა ფენებში pH 4.0-5.5-ის, ელექტროგამტარუნარიანობა 70-100 სმ სიღრმეზე კი 40 - 70 μS -ის ფარგლებშია. ორივე მაჩვენებელი ომბროტროფულ გარემოზე მიუთითებს. მჟავე წყლიანი გარემო უზრუნველყოფს კოლხეთის სფაგნუმთან ტორფნარების ჰაბიტატის მნიშვნელოვან სერვისს.
3. კოლხეთის დაბლობის პერკოლაციური ტიპის ტორფნარის - ისპანი 2-ის სფაგნუმის 5 სახეობის (*Sph. austinii* Sull. (*Sph. imbricatum* ssp. *Austinii*), *Sph. papillosum* Lindb., *Sph. palustre* L., *Sph. cuspidatum* Ehrh.ex Hoffm., *Sph. rubellum* Wilson.) გაზური ქრომატოგრაფია-მასსპექტრომეტრიის მეთოდით კვლევისას იდენტიფიცირებულია 3 კლასის (ესტერების, ფენოლების და პოლისაქარიდების) 16 ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება.
4. დადგენილია, რომ ტორფნარის სხვადასხვა ზონაში (ბუფერული და გუმბათი) მოზარდი სფაგნუმის სახეობები, ესტერებისა და პოლისაქარიდების შემცველობით იდენტურია, განსხვავებაა ფენოლური ნაერთების შემცველობაში. ფენოლური ნაერთი: მეთოქსილ 2-O-ბენზილ-4-D-ქსილოპირანოზიდი, გამოვლინდა მხოლოდ ბუფერულ ზონაში გავრცელებულ, მაღალი წყლის დონეს შეგუებულ სახეობაში - *Sphagnum cuspidatum* Ehrh.ex Hoffm. - ში.
5. ჩატარდა სფაგნუმის 5 საკვლევი სახეობის წყლიანი ექსტრაქტების, წვენების და პოლისაქარიდების კვლევა

ანტიბაქტერიულ მოქმედებაზე. სფაგნუმის საკვლევ სახეობებს აღმოაჩნდა მეტ-ნაკლებად გამოხატული მოქმედება *Proteus vulgaris* და *Staphylococcus aureus* ბაქტერიული შტამების მიმართ. გამოხატული ბაქტერიციდული მოქმედების ფართო სპექტრით გამოირჩევა *Sphagnum papillosum* Lindb.-ის წყლიანი ექსტრაქტი.

6. ქ. ბათუმის ტერიტორიაზე, წლის ოთხივე დროის განმავლობაში, ე.წ. „სფაგნუმის ჩანთების“ გამოყენებით, ჩატარდა ატმოსფერული ჰაერის კვლევა-ბიომონიტორინგი მძიმე მეტალების შემცველობაზე. ატმოსფერულ ჰაერში მძიმე მეტალების ყველაზე მაღალი კონცენტრაცია შემოდგომაზე დაფიქსირდა.

7. „სფაგნუმის ჩანთაში“ ატმოსფერული ჰაერიდან მძიმე მეტალების აბსორბციისთვის ყველაზე ხელსაყრელია საშუალო ნალექიანობა, კერძოდ 40,81 მმ და 11,5 C° ტემპურატურა.

8. ქ.ბათუმის ატმოსფერულ ჰაერში 2016 –2017 წლებში ჩატარებული კვლევის თანახმად, ქრომის (Cr) კონცენტრაცია, ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას აღემატება, საშუალოდ 2,33 –ჯერ, ტყვიის (Pb) 236,26–ჯერ, ვერცხლისწყლის (Hg) 112,65 –ჯერ, კადმიუმის (Cd) 46,38–ჯერ.

9. სფაგნუმის სახეობებით ე.წ. „სფაგნუმის ჩანთით“ ატმოსფერული ჰაერის მძიმე მეტალებით დაჭუჭყიანების შესწავლა და ბიომონიტორინგი ყველაზე იაფი და ხელმისაწვდომი კვლევის მეთოდია.

რეკომენდაციები

1. რეკომენდირებულია სისტემატიურად მოხდეს სფაგნუმის სახეობების ინვენტარიზაცია.
2. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების (ფენოლების) მისაღებად რეკომენდირებულია ბუფერულ ზონაში გავრცელებული სფაგნუმის სახეობა *Sphagnum cuspidatum* .
3. რეკომენდაცია გაეწევა „სფაგნუმის ჩანთას“ როგორც - ატმოსფერული ჰაერის მძიმე მეტალებით დაჭუჭყიანების

ბიონდიკატორის დანერგვას სხვა ქალაქებსა და რეგიონებში, სადაც მიმდინარეობს დიდი ინფრასტრუქტურული პროექტები (მაგ: ყულევი, ანაკლია) ჰაერის ხარისხის კვლევისთვის.

დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებული ნაშრომები:

1. Natela Tetemadze, Alyosha Bakuridze, Malkhaz Jokhadze, Izolda Machutadze, 2018, [Peculiarities of the composition of acids in Sphagnum species of the percolation bog of the Kolkheti lowland](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1512188718300940), Annals of Agrarian Science vol. 16 Npp.222-225 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1512188718300940>
2. Natela TETEMADZE, Izolda MACHUTADZE, Alyosha BAKURIDZE, 2018, Active biomonitoring of air pollution levels using the Bioindicator – Sphagnum Bag http://rewbc.ni.ac.rs/wp-content/uploads/2016/1-2/Symposium_programme_2018-Copy.pdf p.61
3. Tetemadze N, Matchutadze I. 2017, Species of Sphagnum as bio indicators of atmospheric air pollution, International Scientific Conference Future Technologies and Quality of Life p.153 <https://tsmu.edu/lifeconference2017/ABSTRACTS.pdf>
4. Matchutadze, Tetemadze N., Tsertsvadze A., Tsinaridze M., Memarne Q., Abuladze I., 2017., Colchis –longterm development plan, Conference week “Renewable Resources from Wet and Rewetted Peat lands” abstracts book.
5. Natela Tetemadze, I. Matchutadze, A. Bakuridze, 2019, Lead in the air of Batumi. Georgian National Academy of Sciences, Regional Center of the Autonomous Republic of Adjara, Batumi 2019, Works V, ISSN 2449-2507.
6. Matchutadze I., Goradze R., Goradze I., Tetemadze N., Cheishvili T., Memarne Q., 2020, Unique Habitats of Kolkheti (West Georgia): Threats, Conservation and Wise Use, The 6th International EcoSummit Congress

- EcoSummit 2021 – Building a sustainable and desirable future: Adapting to a changing land and sea-scape, will take place at The Gold Coast Convention Centre, Gold Coast, Australia, from 14th – 18th June 2021.

[https://www.journals.elsevier.com/water-research/conferences/6th-international-ecosummit-congress-ecosummit-](https://www.journals.elsevier.com/water-research/conferences/6th-international-ecosummit-congress-ecosummit-2020)

[2020Elsevier](https://www.journals.elsevier.com/water-research/conferences/6th-international-ecosummit-congress-ecosummit-2020)CiteScore: 14.5 **i**Impact Factor: 9.130 **i**Source Normalized Impact per Paper (SNIP): 2.542 SCImago Journal Rank (SJR): 2.932

7.Matchutadze I., Goradze R., Goradze I., Tetemadze N., Cheishvili T., Memarne Q., 2020, Habitat and species biodiversity of Kolkheti Lowland (Georgia), The 6th International EcoSummit Congress - EcoSummit 2021 – Building a sustainable and desirable future: Adapting to a changing land and sea-scape, will take place at The Gold Coast Convention Centre, Gold Coast, Australia, from 14th – 18th June 2021.

[https://www.journals.elsevier.com/water-research/conferences/6th-international-ecosummit-congress-ecosummit-](https://www.journals.elsevier.com/water-research/conferences/6th-international-ecosummit-congress-ecosummit-2020)

[2020Elsevier](https://www.journals.elsevier.com/water-research/conferences/6th-international-ecosummit-congress-ecosummit-2020)CiteScore: 14.5 **i**Impact Factor: 9.130 **i**Source Normalized Impact per Paper (SNIP): 2.542 SCImago Journal Rank (SJR): 2.932

Batumi Shota Rustaveli State University
Faculty of Natural Sciences and Health Care
Biology Department



NATELA TETEMADZE

**MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL STUDY, CONSERVATION
AND WISE USE OF SPHAGNUM SPECIES OF PERCOLATION MIRES
OF KOLKHETI LOWLAND**

of the thesis presented to obtain academic degree in Biological Science
Specialty: Biodiversity

A B S T R A C T

Batumi-2021

Izolda Machutadze - Academic Doctor of Biology, Head of the Department of Conservation Kolkheti Peatbogs Habitat and Water Ecosystems, Chief Researcher

Scientific Supervisors:

Aliosha Bakuridze

Doctor of Pharmaceutical Sciences,
Professor

Reviewers:

Temel Gozturk

Professor at Artvin University,
Turkey

Nino Memiadze

Head of the local flora department
of the Batumi Botanical Garden

ana Zarnadze

Associate Professor of Batumi
Shota Rustaveli State University

Nino Lomtadze

Associate Professor of Batumi
Shota Rustaveli State University

The defense of the thesis will be held on __ of _____, __, at __ p.m., at the meeting of the dissertation council of the Faculty of Natural Sciences and Health Care, Batumi Shota Rustaveli State University.

Address: Room 534, 35 Ninoshvili Str., Batumi, 6010 PhD thesis is available at the Library of Batumi Shota Rustaveli State University (www.bsu.ge)

The secretary of the dissertation council

Nana Zarnadze

Introduction

Actuality of the Research Topic. The sphagnum peatlands and flora of Kolkheti are relict ecosystem formed during the tertiary ice age. The glaciation was of local importance in Kolkheti. Some glaciers descended into the valley. The melting of the glaciers took many plants with them. Since that time, the flowering plant of the northern flora (*Drosera*) and the species of sphagnum survived both in the mountains and in the valley of Kolkheti. (Ketskhoveli, 1960: 3, Флеров, 1929, Флеров, 1929).

Kolkheti is the only place in the warm zone in the world where where alive ombrotrophic sphagnum peatlands are widespread. These peatlands occupy a special place among the peatlands of the tropical and boreal zone. Kolkheti, due to its special properties and location is considered among the peatlands of the world as a unique place in the world for the percolation peatlands with living sphagnum. (Joosten, 2003, Joosten&Clarke, 2002).

Solving environmental problems and improving air quality, which is focused on conserving peatlands and restoring degraded ones, are on the agenda of the world today. Among all the other peat-producing species, the sphagnum occupies a special place. *Sphagnum* species are an edifier. Although most of the peatlands are protected, they are still affected by the impact of infrastructure projects. Peat is mainly produced in the Kolkheti lowland by sphagnum species, so each species plays a special role in the functioning of peatlands.

Recently, pollution of the biosphere (air, soil and water) has become a global environmental threat. Wetlands and reservoirs are one of the main "repositories" of pollutants, since industrial and agricultural discharges contain a wide range of toxic substances, including fertilizers, coloring materials, pesticides, heavy metals, radionuclides and others. Biological control of water and air is especially relevant for Georgia, where infrastructure, energy, agriculture and especially the extraction of natural resources (gold) are actively developing. In addition, the use of

pesticides on agricultural land has increased the probability of pollution of the biosphere by various pollutants, especially heavy metals (Tetemadze et al., 2017).

240 species of bryophytes are affected by various pollutants (pesticides, discharge of industrial waste into lakes, emissions), of which 66 species are threatened with extinction (IUCN 2015).

2019 Red List results show that 88.2% of bryophyte species (1,603 species, including 319 endangered species) should at least exist in one protected area (including National Park, 2000 nature reserve or nature reserves) as these areas are subject to protection.

EU environmental policy is based on two important issues : 1. species protection under the Birds Directive, 1979 (Directive 79/409/EEC), and 2. conservation of natural habitats under the Habitats Directive, 1992(Directive 92/43/EEC; jointly referred to as the Nature Directives) (EC 2018).

IUCN provides the following guidelines for the protection of bryophytes: Use the European Red List of Bryophytes as a scientific basis for providing information on endangered species to the regional / national list and for setting conservation priorities

Research Aim and Objectives.The aim of this research was to study the biological characteristics and chemical composition of sphagnum species of peatlands of the Kokheti lowland.

In order to achieve the aim of the present study, research activities were carried out in accordance with the following tasks:

Task 1. The study of the systematic, morphological, anatomical characteristics and ecological environment of sphagnum species spreading to percolation sphagnum peatlands of the Kolkheti lowland;

Task 2.Determination of the content of the chemical composition of sphagnum species (*Sph.palustre*, *Sph. Papillosum*, *Sph.rubelum*, *Sph.imbricatum*, *Sph.cuspidatum*);

Task 3. Production and installation of the so-called sphagnum bags "in pre-selected areas, overloaded with transport in Batumi, and their chemical analysis to determine the content of heavy metals in the air.

Scientific Novelty. For first time in Georgia, it was possible to study the morphological, anatomical and ecological characteristics of 9 sphagnum species of the percolation peatlands, and the chemical composition of 5 sphagnum species. Moreover, to determine the content of heavy metals in the air of Batumi using the so-called "sphagnum bags".

Theoretical and Practical Significance. This study is important from a theoretical and practical point of view, since the determination of anatomical, morphological and ecological characteristics facilitated the identification of similar species, as well as the results of determining the chemical composition, which can be used to determine the antiseptic nature of sphagnum species, and "sphagnum bag" as a cheap means to monitor air pollution by heavy metals can be introduced for systematic and large-scale studies in different cities.

Approbation of Work. The research results were presented on the International and National Conferences:

1. International Scientific Conference "Green Medications - By Green Technologies - For Healthy Life", Tbilisi, 2019;
2. Georgian National Academy of Sciences, Regional Center of the Autonomous Republic of Adjara, Batumi 2019, Works V, ISSN 2449-2507, Lead in the air of Batumi.
3. IX International Scientific Agroculture Symposium "AGROSYM 2018", Jahorina, Bosnia-Herzegovina, October 3-6, 2018;
4. 2nd International Conference on the Utilisation of Wetland Plants "RRR2017Renewable Resourcesfrom Wet and RewettedPeatlands", Greifswald, Germany, 2017;
5. Conference "Future Technologies and Quality of Life", Batumi. Georgia, September 29, 2017;

6. III Scientific Conference "Biodiversity and Georgia", Georgian Botanical Garden, May 2017;

7. Black Sea River Basin Ecology, Batumi, October 2016.

3 scientific papers were published in the refereed national and international scientific journals and in conference proceedings, and 1 are accepted for the publication

The Structure of the Thesis. The work consists of the following sections: Introduction, Literature Review, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions, Recommendations, References. The thesis consisted of computer-printed 111 pages in Georgian language, 21 tables, 11 diagrams and 29 figure, 6 map. The bibliography of the PhD thesis is consisting of 120 sources in Georgian, Russian and English languages.

In literature review 45 references are analyzed on particular topic. It gives the state of current knowledge, an overview of key findings, concepts and developments in relation to a research problem or question.

Research Material and Methodology

The place and conditions of the research. The chemical composition of the sphagnum species was determined in the LEPL laboratory of the National Bureau of Forensic Science. Levana Samkharali within the framework of the Doctoral Scholarship of the National Science Foundation of Georgia Shota Rustaveli (SRNSFG): "Study of The Ecological, Chemical and Biological Characteristics of Sphagnum Species of Kolkheti Lowlands, Bio-Indicator of Air Pollution and Prospects for Use in Medicine".

The ecological, systematic and morphological characteristics of the genus Sphagnum L. were studied at the Institute of Phytopathology and Biodiversity of Batumi Shota Rustaveli State University.

The spectrum of heavy metals in the "Sphagnum bag" was determined on the basis of the laboratory of the Department of Geology of Georgian

Technical University. Batumi was a study area for monitoring atmospheric air with a sphagnum bag.

Research Material. All identified sphagnum species, widespread in the Kolkheti lowland, were used as research material to determine their anatomical and morphological features and environmental characteristics. The chemical composition was determined only for 5 species (*Sph.paluster*, *Sph. Papillosum*, *Sph.rubellum*, *Sph.imbricatum*, *Sph.cuspidatum*). In the process of biomonitoring, the study material was a so-called "sphagnum bag" made of *Sph. From papillos*.

Research Methodology. Handbook of European Sphagna (Daniels and Eddy 1985) was used as a guideline for systematic, morphological and anatomical studies of sphagnum.

ABinocular microscope was used to determine the anatomical features of the sphagnum species. The loupe (18 MM-10X TRIPLET) was used while working in the field.

To study of pant communities of Sphagnum using quadrat methodes. The dimensions of the squares are 25 cm x 25 cm.

A equipment (EC -Electric conductivity) was used to study the acidity and electrical conductivity of the ecological environment.

Atmospheric air was monitored by the "sphagnum bag" method in Batumi. To detect heavy metals in samples taken from the study areas, we used the preparation of a typical test procedure for sample 139 AY-4: dry ash ANALMETH.DOC, dry ash method of "standard conditions" using graphite cuvette.

Research results and discussion

Chapter 2.Systematical, anatomical, morphological and ecological characteristics of *Sphagnum* species in the Kolkheti lowland

Section.*Sphagnum L.*

There are 5 species (*Sphagnum austinii* Sull. *Sph. magellanicum* Brid, *Sph. palustre* L, *Sph. rubellum* Wilson., *Sph. papillum* Lindb.) of the

section –*Sphagnum*, which are common in live sphagnum peat bogs of the Kolkheti lowland.

***Sphagnum austinii*.** *Sphagnum austinii* (*Sphagnum imbricatum*) is a main peat-producing species, which is the rarest and most sensitive species to environmental pollution worldwide (Machutadze et al., 2009; Kolkheti et al., 2019, Dokturovski et al., 1931, Kaff. , 2000)The climate change, drainage, fires, grazing and eutrophication are the reason for its reduction.

***Sphagnum austinii* – Morphological description.**The plant is more usually, rather dense, occasionally compact so that the stem is completely hidden by the closely packed spreading branches; dull green to yellow-brown or chestnut, compact forms often very dark with some purple-brown coloration

Description: Typically, of 4, sometimes only 3 branches; 2 distally spreading branches and 1-2 pendent branches which are short.

Stem: Typical of the section, inner layers of cortex strongly fibrillose compared to the outer layer (exposed face often lacking fibrils); outer face of cortical cells with 2-3 pores.

Branch anatomy: Spreading branches about 15 mm; pendent branches rarely exceeding 12 mm; Branch leaves: short, 1.5 mm, with well-developed hyaline cells.

Unlike other species of *Sphagnum*, only *Sphagnum papillosum*, like *Sphagnum austinii*, can create greenish-brown hummocks. Hummocks are characterized by a smooth, simple surface, and thin and small branch leaves (Daniels et al., 1985). In field work, *Sphagnum austinii* Sull (*Sph. Imbricatum* Russ) is sometimes difficult to distinguish from *Sphagnum papillosum* with the naked eye. Distinctive features of these two similar species are observed at the microscopic level, on the basis of which the species is identified. One reason for this is that both species are involved in the creation of sphagnum domes. They never interact with the aquatic environment and form permanent close communities, which makes it

difficult to distinguish the two species from each other. In the usual case, *Sphagnum austinii* and *Sphagnum papillosum* are sharply different species with morphological features.

Comparative anatomical description of *Sphagnum austinii* and *Sph. Papillosum*. During field expeditions, the species differ from each other mainly in morphological observations (Fig.1). The loupe was used to study the morphological features of *Sphagnum* species. However, there are exceptional cases when different species are morphologically similar to each other and they can be distinguished by anatomical features. *Sphagnum Papillosum* is sometimes morphologically very similar to *Sphagnum austinii* in low temperature and low water conditions, which makes it difficult to distinguish between the two species. The difference can only be detected by microscopic examination. On microscopic examination, the fibrils of the hyaline cells of the branch leaves are more intense in *Sph. austinii* than in *Sph. in papillosum*. The difference between *Sph. papillosum* and *Sph. asutinii* is mainly based on the height and extent of the comb fibrils. Chlorophyll cells of *Sphagnum Austinii* are more intensely colored, fibrils are sharper and more unequal in length, while chlorophyll cells *Sph. Papillosum* are lighter in color, and the fibrils are of the same length, crossing the entire hyaline cell (Fig 2).



Figure 1. Habitus of *Sphagnum austinii* (left) and *Sphagnum papillosum* (right)

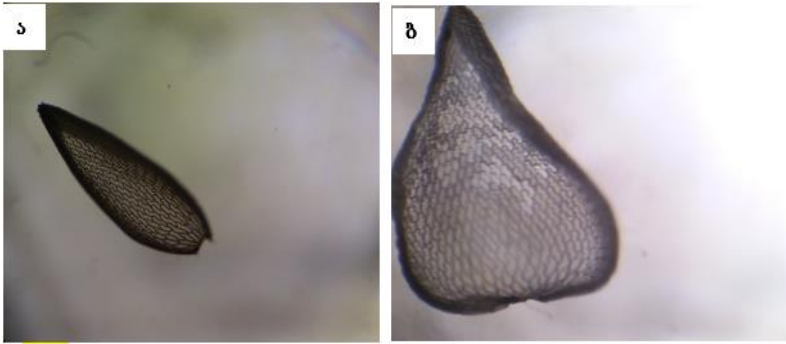


Figure 2. A. Branchleaves of *Sph. austinii* ; B.
Branchleaves of *Sph. papillosum*

Sphagnum austinii. The shape of the leaves of the transverse branch is lanceolate, is hanging inclined towards the apex, the apex is sharply pointed, the apex ends with a mustache-like cell protrusion, which *Sph.* does not have *Sphagnum papillosum*. The leaf shape of the *Sphagnum papillosum* branch is pitcher-like, the basal part of the leaf is wider, narrows towards the apex and is inclined from the base to the tip.

If we place the branch leaves of these two species on the slide and carefully examine, we will see that they differ not only morphologically, but also in size.

***Sphagnum magellanicum* Brid.** This species also belongs to the *Sphagnum* section and participates in the formation of the sphagnum dome. From the sphagnum peatlands of Kolkheta it grows only on the peatlands of Imnati. **Plant:** Robust but, typically, rather short (in size and habit rather similar to *S. papillosum*). Pale green (though nearly always with at least some flecks of red or pink) to wine-red throughout. **Fascicles:** Most commonly with 4, occasionally 5, branches; spreading branches usually 2, blunt; pendent branches thin and pale.

Branch leaf: The shape is tongue-shaped, in the direction of the acumen, the ends are bent, in the third part of the leaf.

They are characterized by acute-angled hyaline cells.

Stem: Cortex often lacking fibrils or only faintly fibrillose; outer cortex with one pore per cell; internal cylinder dark purple-brown or deep red.

Habitat: Widespread in oligotrophic mires, where it grows usually in association with *S. papillosum* or *S. capillifolium*, as broad carpets or low hummocks. It is more susceptible to burning and drainage than *S. Papillosum*.

***Sph. capillifolium* (Ehrh.) Hedw. var *rubellum* Wilson.** It may be associated with *Sphagnum austionii* and *Sphagnum papillosum* forming spagnum dome. *Sph. capillifolium* is rather delicate, but variable in height and compactness according to abiotic factors; capitula well developed, pale or with small to extended patches of red in its outer layers (Fig. 3,4).

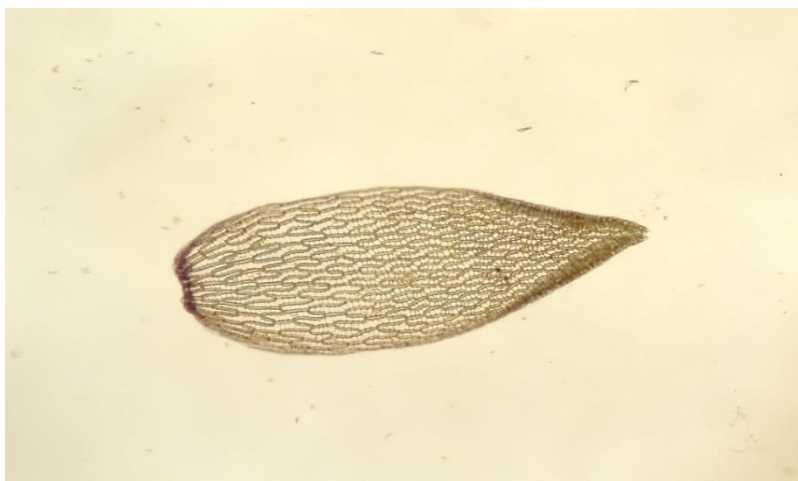


Figure 3. Branchleaves of *Sph. magelanicum* (acute-angled hyaline cells)

Fascicles: Composed of quite strongly dimorphic branches; spreading branches 2, the upper ones rather short, colorful;

Stem: Up to 0.7 mm diameter; cortex of 3-4 layers of hyaline cells without pores; internal cylinder well developed, pale or with small to extended patches of red in its outer layers.

Stem leaves: lingulate; apex broadly rounded-truncate with a rather narrow area of apical resorption, occasionally slightly inrolled; Hyaline cells strongly fibrillose in the upper half of leaf, at least on the abaxial face.

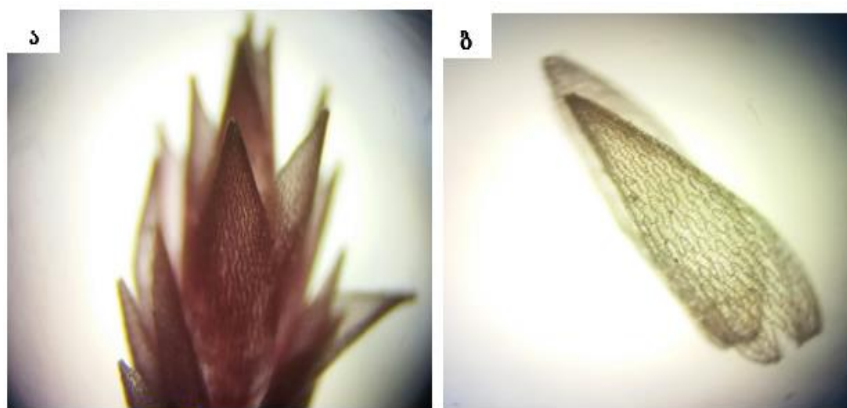


Figure 4. A) apex and b) leaf of the branch of *Sphagnum capillifolium*

Sph. capillifolium is a widespread and abundant taxon, shows considerable variation in colour, habit and minor morphological characters. Plants: capitula usually more or less flat; nearly always with red to reddish brown, seldom deep crimson throughout. **Fascicles:** not closely packed. **Stem leaves:** Lingulate, fibrillose in the upper half; Branch leaves: usually narrowed above to a more or less tubular apex (appearing distinctly acute). Although this

species is characterized by large variations in coloration and habitat, it can be easily distinguished during fieldwork by its coloration and distribution area.

***Sphagnum palustre* L.**

Sphagnum palustre grows in an ombrotrophic environment in Kolkhetis, while everywhere it is characteristic of a minerotrophic environment.

Sphagnum paluste (Fig. 5) does not participate in the formation of the dome and spreads in the buffer zone of the peat bog along the margin, in ditches, close to the water surface.

Plants: Robust, normally pale green or yellow-brown with a more strongly colored capitulum varying from red-brown to straw to pinkish, but never deep red, occasionally the whole plant green (in wet habitats in deep shade); the capitulum is not colored differently. **Fascicles:** Distant or rather crowded; of 3-6 dimorphic branches; spreading branches 2-3; pendent branches 1-4, pale and thin; as long as or longer than the spreading. **Stem:** typical of the section; outer cortical cells almost always with spiral fibrils; outer faces of outer cortical cells mostly with 2-5 fairly large pores; internal cylinder dark brown; **Branch:** Branches 15-25 mm long; leaf length varies from 1.5-3 mm depending on plant propagation and lighting characteristics. The less light the plant is exposed to, the larger its branch (3 mm). **Hyaline cells:** Variable in size but always relatively wide (20-30 micrometers).

Habitat: This species is widespread in mesotrophic peatlands under conditions of high acidity. This is one of the species that tolerates shade well. In the Kolkheti lowland, this species is found on almost all peat bogs (Churia, Grigoleti, Imnati, Ispani 1 and Ispani 2), and is not common on the sphagnum peatlands of Nabada.

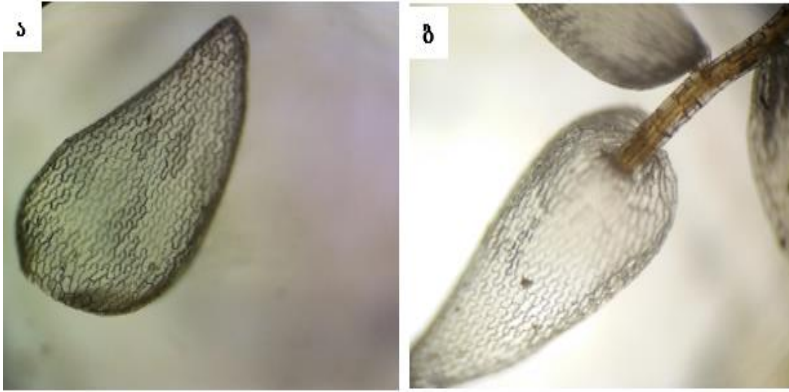


Fig.5. *Sph.palustre*: a) cortex of branch and leaf anatomy; B) Leaf attachment

Section *Cuspidata*

Sphagnum cuspidatum Ehrh. ex Hoffm.

Plants: Mostly medium-size, varying from rather compact terrestrial forms to very lax, free-floating; The coloration ranges from yellowish-green to orange, but is never found in red. **Fascicles:** Closely set to very distant, with 4-5, rarely 3 branches; **Stem:** distinct cortex, of 2-3 layers of moderately inflated hyaline cells; Branch leaves: narrowly lanceolate to linear (except a few at branch base); **Hyaline cells:** narrow, abaxial surface with 1-3 pores. (Fig.7).

Habitat: A common species of wet, oligotrophic sites, where it is often floating or submerged. It is found mostly in ombrotrophic bogs or acid fens. It may be associated with *Sph. recurvum* forma *fallax* or *Shg. papillosum*.

At the edges of open waters in the buffer zone of the sphagnum peat bogs of the Kolkheti lowland, we often encounter *Sph. cuspidatum*, namely on Ispan 2, Churia, and Imnati, which form an association with *Sph. Fallax*.

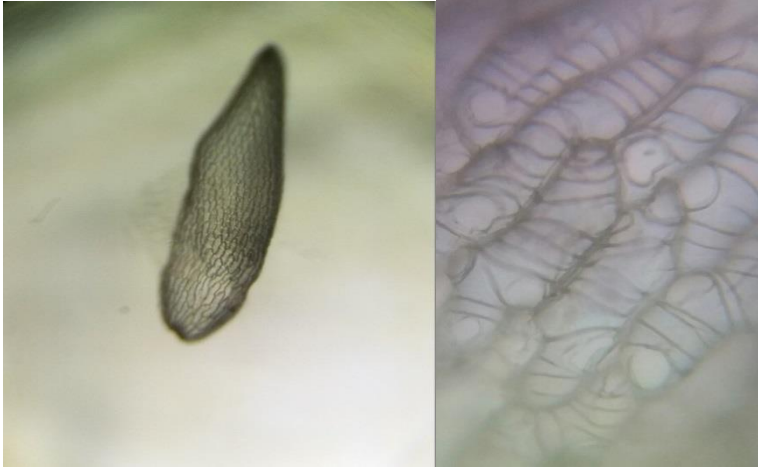


Fig.6 *Sph. cuspidatum* Ehrh.ex Hoffm.

Fig.7 *Sph. cuspidatum* Ehrh.ex Hoffm.

Transverse branching leaf

Hyaline cells

Sphagnum fallax

This species also belongs to the section Cuspidata. **Plant:** Medium-sized, green to mustard-brown, growing in carpets. Male plants may have a contrasting darker tip to the capitula and spreading branches. Capitula are usually stellate. Branch leaves are weakly to clearly in straight lines. Spreading and pendent branches are well-differentiated; the pendent branches are almost white, appressed to and hiding the stem, about as long as or shorter than the spreading branches. The stem leaf is more or less triangular. When dry, spreading branch leaves are conspicuously recurved.

Habitat: Very common in a wide range of permanently damp or wet habitats, including nutrient-poor to intermediate fens, and pools and runnels on bogs.

Section Subsecunda

***Sphagnum denticulatum* Brid.**

A medium to large species. Plants are green, although in Europe it is also found in yellowish-brown; capitula is rounded; branches to the capitula are relatively large and curved; Capsules are occasional; The branch leaf is large and wide and opens only in the apex part; Fascicles are of 3–4 similar looking branches, sometimes with a fifth vestigial branch. Habitat: Found in areas of high humidity, markedly acidic and nutrient-poor habitats, but does occur in habitats that are moderately enriched with nutrients. In the Kolkheti lowland it is distributed in the peatlands of Churia, Imnati, Ispan 2 and 1.

Threatened *Sphagnum* Species in the Kolkheti lowland

Red List of European Bryophytes published by IUCN in 2019 includes the status of mosses, especially the genus *Sphagnum*. According to this list, the status of 7 species of *sphagnum* spread in the Kolkheti lowland is as follows: *Sphagnum austinii*-EN, *Sphagnum capillifolium*-LC , *Sphagnum cuspidatum* -LC, *Sphagnum fallax*-LC, *Sphagnum palustre*-LC, *Sphagnum papillosum* LC, *Sphagnum rubellum* LC

Ecology of habitat of distribution of *Sphagnum* species

In order to study the ecological characteristics of the Kolkheti peatlands, the water acidity and electrical conductivity of the Kolkheti *sphagnum* peatlands were studied. The tool: EC -Electric conductivity was used to study.

A study of the acidity of water in Imnati Pelands showed that the pH in the upper layers of water of peat bog varies between 4.0-5.5. Electrical conductivity (EC) was also measured, ranging from 40 to 70 μ S at a depth of 70-100 cm. Both indicate an ombrotrophic environment. The level of C / N content was also determined. In peat bog, at a depth of 10 cm, it ranges between 9.8–51.6, which indicates a mesotrophic and oligotrophic peat environment. The following species of *sphagnum* grow on Imnati

peat bog: *Sphagnum palustre*, *Sph. rubellum*, *Sph. magellanicum*, *Sph. austinii*, *Sph. Papillosum*.

Sphagnum palustre and *Sph. papilosum* are common in the peatland. The pH of the peat was determined in the range from 4.26 to 5.65, and the conductivity (EC) of the water in the peat was from 22 to 134 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Chapter 3. Determination of Antibacterial substance of *Sphagnum* species

Juice producing technology. Raw plant material is cut with laboratory machine – the sizes of cut particles are 2-8 mm. the cut raw material is wrapped in linen and then put in pressure cylinder. They are separated with rust resisting steel sheets and pressed for the purpose of receiving juice. To warm the juice, juice is put in water which has 80-85°C temperature for 30 minutes and then it is cooled with water. Such changes of temperature support inactivation of ferments and protein materials. The sediment is removed with centrifugation. This way clean transparent juice is produced.

Producing watery exhaustions and water-soluble saccharide material from dry plant raw material. The exhaustion of research plant raw material is carried with hot rule at boiling water bath for 2 hours. The received exhaustions are filtered as soon as prepared. The correlation of raw material and extragen equals to 1:1 weight part. The exhaustion is divided into two parts. One part will be used in further research with the title “Watery Extract”.

From the second part of exhaustion polysaccharide complex is produced for which exhaustion is thickened in vacuum-rotational apparatus at initial volume 1/10, in rarely conditions.

The sedimentation of water-soluble materials in particular polysaccharides is made by adding three times more ethyl alcohol 96%. It is added regularly in mixing conditions. The exhausted mucous sediment

is put for some period to rest, the liquid upon sediment is removed with decantation and the rest mass is dried in vacuum box at 50-60°C at not more than 7% humidity.

Studying antibacterial activity of research subjects. The research of antibacterial activity of subjects was carried in Giorgi Eliava Bacteriophage, Microbiology and Virology Institute. The evaluation of antibacterial effect was carried via standard protocol using Disc Diffusion Method – DDM and agar well diffusion methods. Antibacterial activity will be measured according to existence or non-existence of inhibitory zone and determination of Minimal Inhibitory Concentration –MIC. In-vitro evaluation of antimicrobial activity was carried on the following crops towards certain set of strains: *Klebsiella spp*, *E-coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus spp*, *Enterococcus spp*, *Shigella spp*, *Salmonella spp*, *Enterobacter spp*, *Proteus spp*, *Staphylococcus aureus*. 2% BH in Agar cup bacterial greenway was done – 1 ml bacterial crop was put and separated at whole cup. After the cup was dried 10 mkg research subject was put on it. The cups were placed in thermostat during 18-24 hours for incubation.

Antibacterial Activity. The used bacterial strain list with sensitivity results is given under Table N 1. *Sphagnum papilosum* -Juce; *Sphagnum palustre*- juce; *Sphagnum rubellum* – Polysaccharides; *Sphagnum papilosum* – Polysaccharides; *Sphagnum papilosum* -waterly extract; *Sphagnum imbricatum*-waterly extract; *Sphagnum palustre* - Polysaccharides;

Table 1

Results of the study of antibacterial action

Strain	Sample N							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Streptococcus pyogenes</i>			2+					
<i>Escherichia coli</i>								1+
<i>Enterobacter cloacae</i>								
<i>Salmonella typhimurium</i>							4+	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>								
<i>Proteus vulgaris</i>							4+	
<i>Shigella flexneri</i>							4+	4+
<i>Enterococcus faecalis</i>								
<i>Staphylococcus aureus</i>							4+	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>								

According to carried research antiseptic substances of *Sphagnum rubellum*, *Sphagnum austinii* and *Sphagnum papillosum* are stipulated by polymeric substances similar to spectin – Sphagnan (Table N 1 Sample N 3 and N 6). From research subjects *Sphagnum papillosum* watery extract has wide spectrum and expressed bactericide activity. The results of antibacterial activity research make vivid the prospect of usage sphagnum in medical practice.

Chapter 4. Determination of the Chemical Composition of *Sphagnum* Species of the Percolation mires of the Kolkheti Lowland

The chemical composition of 5 sphagnum species (*Sphagnum palustre*, *Sph. papillosum*, *Sph. capillifolium*, *Sph. austinii*, *Sph. cuspidatum*) of the unique relict percolation peat bog of Ispan 2 was determined. The content of biologically active substances in the species was determined by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS / MS). It was found that sphagnum contains biologically active substances, such as: esters - palmitic acid, oleic acid, carbohydrates - glucofuranose, ribofuranose and phenolic compounds.

Research was carried out on 5 *Sphagnum* species: *Sph. paluster*, *Sph. Papillosum*, *Sph. rubelum*, *Sph. imbricatum*, *Sph. cuspidatum*. Therefore, *Sph. austinii* is a rare species in the world that is sensitive to air pollution (Allard, 2017), preserved by the pristine percolation peatland of Spain 2. Determination of their chemical composition and concern for conservation is crucial to the conservation of species.

The research objects were prepared in February 2016. The material was taken from different zones (dome and buffer) of the Ispani-2 percolation peat bog of the Kolkheti lowland. The test material was kept at room temperature for 24 hours, then dried in an incubator (Thermo Scientific Heraeus) at 30-70°C. The dried sphagnum was broken into pieces, of which 2 g were placed in a container and methanol was added. The containers were placed in an ultrasonic bath (mrc) at 30 ° C for 30 min. Re-extraction was carried out after extraction. Agilent Technologies 7000 GC / MS / MS Triple Quad was used to analyze methanol extracts. 1 µl of extract is injected into the injector. The oven is heated from 250°C to 310°C. The carrier gas is helium. The tube diameter is 60 m × 0.25 mm (TX-1701). The retention time of ions in a tube depends on its physical properties. Multilateral processing of the material was carried out after the development of the mass spectrum.

16 biologically active substances were detected in 5 species of Sphagnum (Sphagnum austinii Sull. (Sphagnum imbricatum ssp. Austinii), Sph. papillosum Lindb., Sph. palustre L., Sph. cuspidatum Ehrh.ex Hoffm., Sph. rubellum Wilson.) by using the gas chromatography - Agilent Technologies 7000 GC/MS/MS Triple Quad. Qualitative difference in the spectrum of substances was found in the studied objects (Diagram 1). Esther Cis-9-Octadecenoil Acid - oleic acid, retention time 12.53 and Cis-9-Palmitoleic Acid - palmitic acid, retention time 11.67 (Table 1, Figure 3) and also, Dimethyl 1,4-cyclohexanedicarboxylate, retention time 10.32 were identified in all five species.

Phenolic compound - Methyl 4-O-benzyl-beta-D-xylopiranoside was observed only in N4 sample, retention time 11.16 (Table 1 and Diagram 2). Polosaccharide 1,2-Benzenedicarboxylic acid revealed in all five samples, retention time 9.5 (Diagram 1 and 4). Polysaccharide Alpha-D-glucopyranoside was detected in all five species, retention time 14.36(Diagram 4).

moss

, 09-Feb-2016 + 21:37:14

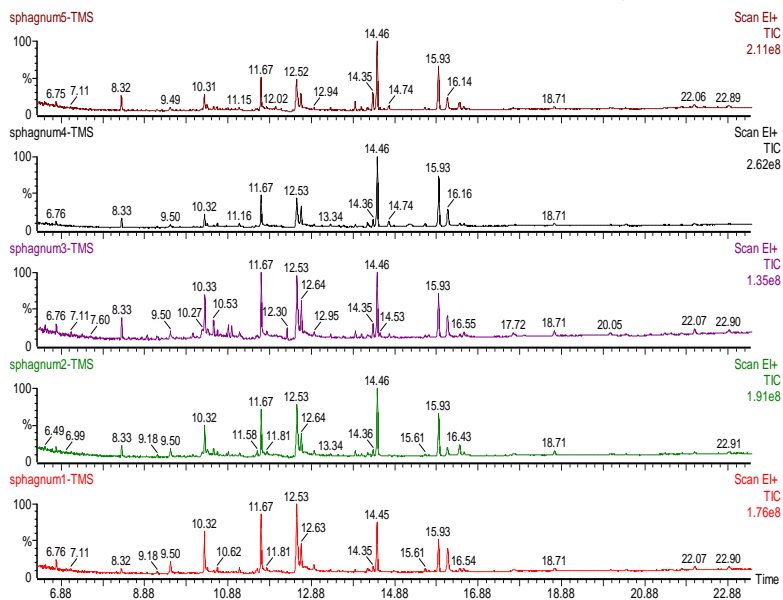
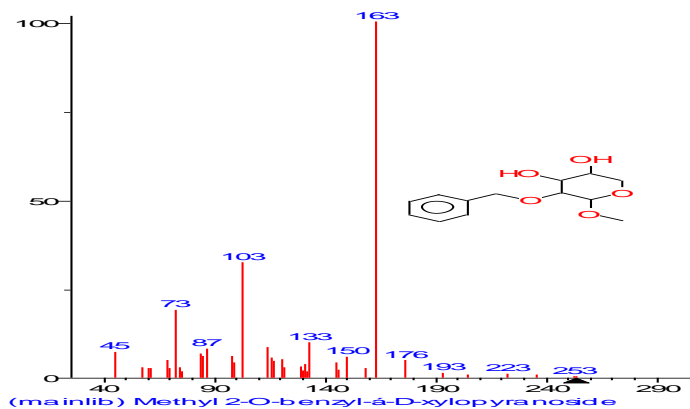


Diagram 1. *Sphagnum L.* (The sample *Sphagnum 1* corresponds to *Sph.rubelum*, the sample *Sphagnum 2* corresponds to *Sph. papillosum*, the sample *Sphagnum 3* corresponds to *Sph.palustre*, the sample *Sphagnum 4* corresponds to *Sph. cuspidatum* and the sample sphagnum 5 corresponds to *Sph. imbricatum*) A range of substances of *Sphagnum* moss detected by using GC-MS/M. Figures on the diagram describe the retention time of the listed substances as indicated in Table 1.

Table 2

Biologically active substances detected in *Sphagnum* species
using GC-MS/MS.

	Retention time	Chemical name	Common name	Molecular weight
1	8,32	Malic acid	Malic acid	134,08744
2	9,5	1,2- Benzenedicarboxylic acid	Phthalic acid	166.13084
3	10,32	Dimethyl 1.4- cyclohexanedicorboxylate	Benzenedicarboxylic acid	200,23
4	10,53	Glucofuranosa	Glucofuranose	220.21974
5	10.62	Myristic acid	Tetradecane acid	228.37
6	10.88	D-xylose	Xylose	150.1299
7	11.16	Methyl 4-O-benzyl-beta-D-xylopiranoside	Ribofuranosis	254.27
8	11,24	Ascorbic Acid	Vit-C	176.12412
9	11.67	Cis-9-Palmitoleic Acid	Palmitic acid	326
10	12,53	Cis-9- Octadecenoil Acid	Oleic acid	282,46136
11	13,93	3-O-Alpha-D- glucopyranosyl-D-fructose	Turanose	342,29648
12	14,0	Arabinose	Arabinosa	150,1299
13	14,23	Glycerol-3-palmitate	Monopalmitic acid	330,50262
14	14,36	Alpha-D-glucopyranoside	Glucopyranosis	918
15	14.35	Ribitol	Ribitol	152,14578
16	16.55	1-(4-Methyl-6-methoxy-2-quinoly)1'-phenyl-3,3'-dimethyl-(4,5'-bipyrazol)-5-ol		425



Name: Methyl 2-O-benzyl- α -D-xylopyranoside

Formula: $C_{13}H_{18}O_5$

MW: 254

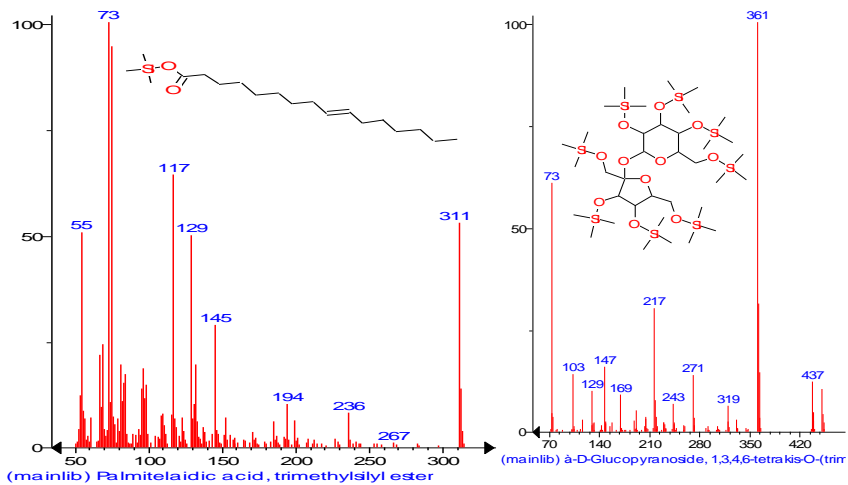


Diagram 2. The phenol compound Methyl 2-O-benzyl- α -D-xylopyranoside detected in *Sphagnum cuspidatum* using gas chromatography (GC-MS/MS).

Chapter 5. Active monitoring of air pollution with heavy metals using a bioindicator - "Sphagnum Bag"

The result of Batumi biomonitoring research

On 2nd of November 2016, sphagnum bags were installed at four pre-selected study sites. On 17 th of November, samples were removed, packaged, and prepared for further laboratory testing. Atomic adsorption studies on 36 heavy metals were conducted for samples taken from all four sites. The range of different heavy metals was found in the samples depending on the area and time of year.

5.1.The Result of the Study, Autumn 2017

The study showed that the sample of the sphagnum bag installed on Gogoli street in November did not contain the following 8 heavy metals: As, Sr, Mo, Sn, Sb, Ba, Ta, Pt, but 9 elements were in such a small amount that its percentage was equal to zero. High content of the following metals: Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Zr, Ag, Pb was observed. From the listed 3 toxic element of United Nation highest concentration recorded Cd - 2.33 (µg/ml), Hg 6.64 µg/ml, Pb 8.25398 (µg/ml). Chromium (Cr) is highly toxic and carcinogenic (Tchounwou et al., 2001), the level of which in the sample is 1.7324 µg / ml. (Table 3 and Diagram 5). For comparison, the results of the analysis of the study heavy metals in the initial raw material of the sphagnum bag are also given - *Sph. Papillosum Lindb.* (Table 3,7,11,15).

Table 3

The result of the AAS analysis of samples taken from Gogoli Street and *Sphagnum Papillosum Lindb.* (2016 XI)

Name of elements	Name of sample		
	<i>Sph. Papillosum Lindb.</i>	„Sphagnum Bag”20.11.16	
Flow		150 (µA)	
elements	Showed in %	Concentration (µg / ml)	Showed in %
Mg	0.09123	12.15	1.31012

Al	0.09865	25.05	1.016039
Si	3.33335	386.15	6.49371
P	0.13564	45.02	0.21922
S	1.02054	114.61	1.57203
K	2.90243	549.83129	4.50258
Ca	4.51141	861.75	6.85041
Ti	0.01895	8.28889	0.020534
V	-	0.59966	-
Cr	0.00014	1.7324	0.0115
Mn	0.16346	25.49034	0.5285
Fe	2.15161	469.32176	2.87001
Co	-	2.13394	-
Ni	0.00532	2.07586	0.00661
Cu	0.02512	21.40651	0.0261
Zn	0.13027	72.42371	0.25331
As	-	-	-
Zr	0.01038	24.32611	0.01432
Sr	-	-	-
Nb	-	1.04094	-
Mo	-	-	-
Ag	-	2.99841	-
Cd	-	2.33	-
Sn		6.48	-
Sb	-	-	-
W	-	2.68817	-
Au	-	1.21736	-
Pb	0.00011	11.51203	0.02334
Ba	-	0.48	-
Hf	-	-	-
Ta	-	-	-
Hg	-	6.64	-
Bi	-	0.01	-
Th	-	1.19	-
U	-	2.81	-
Pt	-	-	-

During the atomic adsorption studies of sphagnum bags taken from Tbel Abuseridze Street, it was found that 17 studied heavy metals were not detected or were equal to zero in percentage. Among them, Cd and Hg are highly toxic. However, higher levels of Pb (10.46483 $\mu\text{g} / \text{ml}$) and Cr (2.98128 $\mu\text{g} / \text{ml}$) were observed compared to Gogol Street (Table 4 and Diagram 5). Tbel Abuseridze Street is characterized by high-rise buildings, congested transport and low ventilation, which led to the accumulation of lead and chromium with a relatively high concentration in the area.

Table 4

The result of the AAS analysis of samples taken from Tbel Abuseridze in November 2016

Name of sample	Tbel Abuseridze XI/16	20.11.16
Voltage	9(KV)	
Flow	150(μA)	
Elements	Concentration ($\mu\text{g} / \text{ml}$)	Showed in %
Mg	7.58273	0.80389
Al	24.51883	1.13473
Si	383.8782	6.47472
P	20.39734	0.07101
S	76.88768	1.0389
K	112.41237	0.90152
Ca	1145.70245	9.85005
Ti	10.44676	0.2703
V	1.30535	0
Cr	2.98128	0.02494
Mn	27.72905	0.54338
Fe	627.96027	3.78859
Co	4.15372	0
Ni	5.13411	0.04135
Cu	24.5052	0.05078
Zn	128.35247	0.52758
As	0	0

Zr	25.76621	0.01528
Sr	0	0
Nb	3.32539	0
Mo	0	0
Ag	25.695	0.06662
Cd	3	0
Sn	1.66	0
Sb	0.39	0
W	2.39621	0
Au	1.41265	0
Pb	10.46483	0.01926
Ba	0.25	0
Hf	2.18864	0
Ta	0	0
Hg	3.71	0
Bi	0.07	0
Th	0.54	0
U	0.84	0
Pt	0	0

The following content of the four most toxic elements: Cd (3,43 µg / ml), Hg (4,27 µg / ml), Pb (8,58129 µg / ml), Cr (1,45691 µg / ml) were detected from the samples of the sphagnum bag installed on Tamar Mepe Avenue. However, the contents of Cd (3,43 µg / ml) and Hg (4,27 µg / ml) are so insignificant that their percentage is zero. Pb (8.58129 µg / ml) is lower than the rate found in the samples of Tbel Abuseridze and Gogoli street. Cr (1,45691 µg / ml) content also lags behind the results of analysis of samples from Tbel Abuseridze and Gogol streets (Table 5 and Diagram 1). It should be noted that Tamar Mepe Avenue is characterized by high ventilation, and there are no high-rise buildings in the installation area of samples which is an obstructive factor for the accumulation of dust, exhaust and trace elements.

Table 5

AAS analysis of samples of "sphagnum bag" taken from Tamar Mepe Avenue in November 2016

Nameofsample	Tamar Mepe Avenue XI/16	20.11.16
Voltage	9(KV)	
Flow	150(μ A)	
Elements	Concentration (μ g / ml)	Showedin %
Mg	12.82	1.38
Al	31.32	1.46334
Si	436.17	7.05388
P	24.38	0.09135
S	64.6	0.86523
K	140.30637	1.10202
Ca	1656.54	15.64724
Ti	10.04552	0.25822
V	1.87537	0
Cr	1.45691	0.00854
Mn	26.59321	0.53583
Fe	795.45773	4.84127
Co	5.75837	0.00277
Ni	2.9255	0.01626
Cu	22.91152	0.03824
Zn	108.43052	0.42954
As	0	0
Zr	40.97229	0.02546
Sr	0	0
Nb	1.2774	0
Mo	0	0
Ag	13.20702	0.02685
Cd	3.43	0
Sn	0	0
Sb	1.78	0.00178
W	1.86786	0

Au	1.69002	0
Pb	8.58129	0.0143
Ba	0	0
Hf	1.98453	0
Ta	0	0
Hg	4.27	0
Bi	0.27	0
Th	0.58	0
U	1.12	0
Pt	0	0

The following spectrum of heavy metals: Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Zr, Ag, Pb were detected in the samples taken from Kakhabri Street. Although, this area is characterized by high traffic intensity. The lead, mercury and chromium content is lower than the concentration found in the sphagnum bags of the other study objects and it is also close to the index of samples from Tamar Mepe Avenue. These two areas are characterized by a high rate of ventilation and low buildings. Notably, the highest Cd rate (3.96115 $\mu\text{g} / \text{ml}$) was observed in the Kakhabari street samples compared to all sites (Table 6).

Table 6

AAS analysis of samples of "sphagnum bag" taken from Kakhaberi Street in November 2016

Name of sample	Kakhaberi Street XI/16	20.11.16
Voltage	9(KV)	
Flow	150(μA)	
Elements	Concentration ($\mu\text{g} / \text{ml}$)	Showedin %
Mg	6.68	0.70383
Al	21.99	1.01254
Si	338.48	6.00937
P	18.87	0.06441

S	73.01	0.98409
K	118.3408	0.94413
Ca	1137.35	9.76181
Ti	8.26359	0.20458
V	1.40131	0
Cr	1.17602	0.00552
Mn	28.23333	0.54673
Fe	589.19399	3.56412
Co	4.25677	0
Ni	3.59424	0.02386
Cu	22.15016	0.0321
Zn	126.4034	0.51799
As	0	0
Zr	17.42527	0.0097
Sr	0	0
Nb	1.30059	0
Mo	0	0
Ag	13.78778	0.0287
Cd	3.96115	0
Sn	0	0
Sb	0	0
W	2.53282	0
Au	1.25481	0
Pb	8.25398	0.01328
Ba	0	0
Hf	1.99147	0
Ta	0	0
Hg	2.4307	0
Bi	0.10003	0
Th	0.39011	0
U	0.38011	0
Pt	0	0

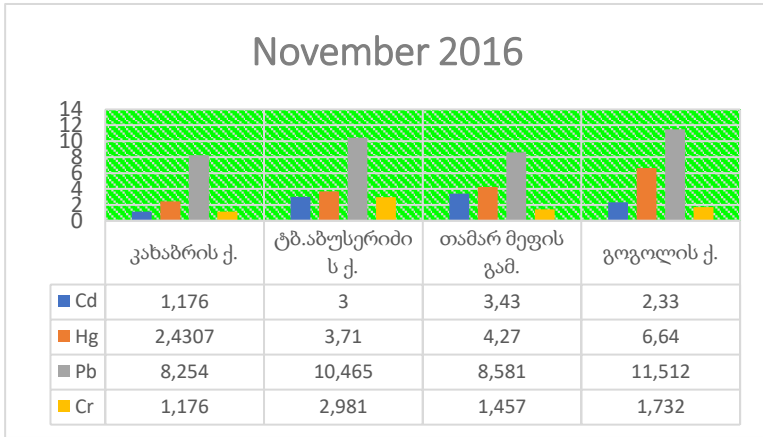


Diagram 5. Comparison of the results of the study of Cd, Hg, Pb, Cr in samples taken at different sites in November 2016

5.2. The Result of the Study, Winter 2017

On February 5, 2017, the atomic adsorption studies of the "sphagnum bag" taken from four research sites in Batumi revealed the total range of heavy metals for all four sites, which consists of 17 elements: Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Zr, Ag, Pb. However, in the samples installed on Kakhaberi Street, 2 different elements were found: Sb and Co, and only Co was found on Tamar Mepe Avenue (Table 7,8,9,10).

The highest rates of Pb and Cr were observed in the sample of Gogoli Street from four toxic elements (Cd, Hg, Pb, Cr). Data on Kakhaberi Street and Tamar Mepe Avenue lag behind this. The lowest content is in the sample of Tbel Abuseridze.

The highest content of Hg was found in the sample from Gogoli Street. The concentration of samples from Tamar Mepe Avenue, Kakhabri and Abuseridze streets is constantly lagging behind this. A small amount of Cd was observed in the sample of Gogol Street, and the

maximum number was observed in the sample of Kakhabri Street. The indicators of Abuseridze street and Tamar Mepe Avenue lag behind this (Diagram 6).

Table 7

AAS analysis of samples of "sphagnum bag" taken from Gogoli Street and *Sphagnum Papillosum Lindb.* (2017 II)

Name of elements	Name of sample		
	<i>Sph. Papillosum Lindb.</i>	Gogoli str. 22.02.17	
Flow elements	Flow elements	Flow elements	Flow elements
	Showedin %		Showedin %
Mg	0.09234	12.15	1.31012
Al	0.09982	25.05	1.16039
Si	4.54452	386.15	6.49371
P	0.14743	45.02	0.21922
S	1.45621	114.61	1.57203
K	2.94175	549.83129	4.50258
Ca	4.62342	861.75	6.85041
Ti	0.09007	8.28889	0.20534
V	-	0.59966	-
Cr	0.00012	1.7324	0.0115
Mn	0.34361	25.49034	0.5285
Fe	2.43256	469.32176	2.87001
Co	-	2.13394	-
Ni	0.00445	2.07586	0.00661
Cu	0.02447	21.40651	0.0261
Zn	0.15643	72.42371	0.25331
As	-	-	-
Zr	0.0048	17.42527	0.0097
Sr	-	-	-
Nb	-	1.04094	-
Mo	-	-	-

Ag	-	2.99841	0.0287
Cd	-	2.33	-
Sn		6.48	-
Sb	-	-	-
W	-	2.68817	-
Au	-	1.21736	-
Pb	0.00013	11.60655	0.02377
Ba	-	0.48	0
Hf	-	-	-
Ta	-	-	-
Hg	-	6.64	-
Bi	-	0.01	-
Th	-	1.19	-
U	-	2.81	-
Pt	-	-	-

Table 8
AAS analysis of samples of "sphagnum bag" taken from Abuseridze Street
in February 2017

Name of sample	Abuseridze Street II/17	22.02.17
Voltage	9(KV)	
Flow	150(μ A)	
Elements	Concentration (μ g / ml)	Showedin %
Mg	7.58	0.80358
Al	14.25	0.63857
Si	216.22	3.95326
P	30.62	0.13001
S	95.12	1.29658
K	464.11445	3.72969
Ca	681.53	4.94823
Ti	4.44268	0.08956
V	0.35094	0

Cr	1.05544	0.00422
Mn	14.77386	0.43991
Fe	223.51748	1.83544
Co	0	0
Ni	2.85868	0.0155
Cu	25.42102	0.05788
Zn	63.65958	0.2138
As	0	0
Zr	6.66704	0.00249
Sr	0	0
Nb	1.1203	0
Mo	0	0
Ag	17.57089	0.04075
Cd	3.13	0
Sn	5.05	0
Sb	0	0
W	0	0
Au	1.98212	0
Pb	6.00955	0.00626
Ba	1.17	0
Hf	2.55377	0
Ta	0	0
Hg	2.32	0
Bi	0.06	0
Th	0.55	0
U	1.08	0
Pt	0	0

Table 9

AAS analysis of samples of "sphagnum bag" taken from Kakhaberi Street in November 2016

Name of sample	Kakhaberi Street II/2017	22.02.2017
Voltage	9 (KV)	

Flow	150 (μA)	
Elements	Concentration (μg / ml)	Showedin %
Mg	12.82	1.38
Al	31.32	1.46334
Si	436.17	7.05388
P	24.38	0.09135
S	64.6	0.86523
K	140.30637	1.10202
Ca	1656.54	15.64724
Ti	10.04552	0.25822
V	1.87537	0
Cr	1.45691	0.00854
Mn	26.59321	0.53583
Fe	795.45773	4.84127
Co	5.75837	0.00277
Ni	2.9255	0.01626
Cu	22.91152	0.03824
Zn	108.43052	0.42954
As	0	0
Zr	40.97229	0.02546
Sr	0	0
Nb	1.2774	0
Mo	0	0
Ag	13.20702	0.02685
Cd	3.43	0
Sn	0	0
Sb	1.78	0.00178
W	1.86786	0
Au	1.69002	0
Pb	8.58129	0.0143
Ba	0	0
Hf	1.98453	0
Ta	0	0

Hg	4.27	0
Bi	0.27	0
Th	0.58	0
U	1.12	0
Pt	0	0

Table 10

AAS analysis of samples of "Sphagnum bag" taken from Tamar Mepe Avenue in February 2017

Name of sample	Tamar Mepe Avenue II/17	22.02.17
Voltage	9 (KV)	
Flow	150 (μ A)	
Elements	Concentration (μ g / ml)	Showedin %
Mg	9.11	0.97317
Al	22.28	1.02656
Si	298.24	5.37835
P	36.45	0.16613
S	107.86	1.47664
K	410.128	3.24291
Ca	790.66	6.09942
Ti	7.71955	0.1882
V	0.61815	0
Cr	1.35855	0.00748
Mn	20.77285	0.49715
Fe	464.05574	2.83952
Co	1.68813	0
Ni	2.46302	0.01101
Cu	21.67064	0.02823

Zn	68.00236	0.23338
As	2.54088	0.02171
Zr	20.99301	0.01208
Sr	0	0
Nb	1.51753	0
Mo	0	0
Ag	5.62232	0
Cd	3.04	0
Sn	0	0
Sb	3.28	0.00757
W	0	0
Au	1.26287	0
Pb	7.54254	0.01105
Ba	0.35	0
Hf	1.88266	0
Ta	0	0
Hg	5.79	0
Bi	0.15	0
Th	1.13	0
U	1.79	0
Pt	0	0

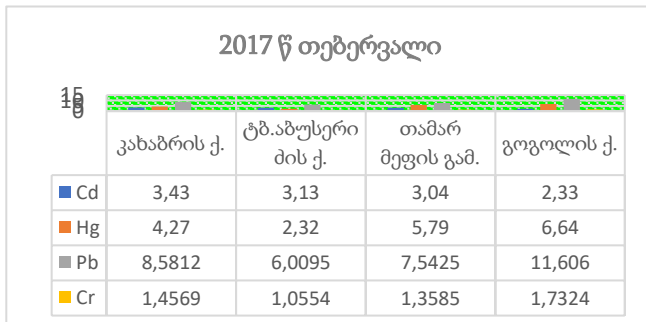


Diagram 6. Comparison of Cd, Hg, Pb, Cr study results in samples taken at different sites in February 2017

5.3. The Result of the Study, Summer 2017

A range of 17 common heavy metals was detected at all four test sites as a result of the analysis of the samples of "sphagnum bags" taken in May 2017. Only in the sample of Abuseridze Street, one more element was observed - As.

Kakhaveri stree sanples 3,53 (µg/ml), 0,3(µg/ml)-less thet at Tamar Mefe av 3,23 (µg/ml), at Gogoli street - 2,73 (µg/ml) and less concentration was at TbelAbuseridze street 2,071 (µg/ml).From four toxic element (Cd, Hg, Pb, Cr), high concentration of Cd was fixed at Tamar Mefe av 3,87 (µg/ml), less the 0,43(µg/ml)- at street - 3,44 (µg/ml), Tbel Abuseridze - 2,88 (µg/ml) and at Gogolistre2,05189 (µg/ml).The highest contents of Hg (5.99552 µg / ml) and Pb (10.274545 µg / ml) were observed in Gogoli street sample, and Cr with the highest concentration (1.66566 µg / ml) was detected in the samples of Kakhaveri site in the spring of 2017. It should be noted that the lead content was found to be low in areas with high levels of ventilation, such as Tamar Mepe Avenue and Kakhaveri Street (Table 11, 12, 13, 14 and Diagram 3).

Table 11

AAS analysis of samples of "sphagnum bag" taken from Gogoli Street and *Sphagnum Papillosum Lindb.* (2017 V)

Name of elements	Name of sample		
	<i>Sph. Papillosum Lindb.</i>	Gogoli str. 23.05.17	
Flow elements	Showedin %	Flow elements	Showedin %
Mg	0.89322	11.23	1.20815
Al	1.23844	33.24	1.55611
Si	5.35789	514.67	8.35261
P	0.12456	44.16	0.21389
S	0.76847	72.59	0.97816

K	2.88250	410.53238	3.24656
Ca	9.99876	1307.67	11.56105
Ti	0.12547	10.21513	0.26333
V	-	1.25011	-
Cr	0.00008	1.47466	0.00873
Mn	0.41365	23.08947	0.51255
Fe	2.78953	590.66873	3.57266
Co	-	2.30102	-
Ni	0.00870	2.52201	0.01168
Cu	0.00954	19.43935	0.01022
Zn	0.17324	74.67239	0.26345
As	-	-	-
Zr	0.00678	30.96316	0.01876
Sr	-	-	-
Nb	-	1.30603	-
Mo	-	1.28303	-
Ag	-	11.14667	0.01964
Cd	-	2.05189	-
Sn		1.20111	-
Sb	-	-	-
W	-	1.90506	-
Au	-	0.83094	-
Pb	0.00007	10.27545	0.00196
Ba	-	0.18017	-
Hf	-	-	-
Ta	-	-	-
Hg	-	5.99552	-
Bi	-	0.1101	-
Th	-	0.74068	-
U	-	1.80166	-
Pt	-	-	-

Table 12

AAS analysis of samples of "sphagnum bag" installed on Abuseridze Street in May 2017

Name of sample	Abuseridze Street V/17	23.05.17
Voltage	9 (KV)	
Flow	150 (μA)	
Elements	Concentration (μg / ml)	Showedin %
Mg	10.55	1.13278
Al	32.96	1.54258
Si	502.76	8.15556
P	45.55	0.2225
S	71.93	0.96883
K	309.36477	2.33435
Ca	1427.01	12.95455
Ti	9.34817	0.23723
V	0.7157	0
Cr	1.27048	0.00654
Mn	22.59063	0.50923
Fe	607.69863	3.67127
Co	2.25084	0
Ni	3.30347	0.02056
Cu	19.28735	0.00899
Zn	94.69748	0.36195
As	1.64776	0.00257
Zr	26.62365	0.01585
Sr	0	0
Nb	2.41663	0
Mo	0	0
Ag	11.5266	0.02116
Cd	2.88	0
Sn	3.13	0

Sb	0	0
W	1.663	0
Au	0.84653	0
Pb	8.01699	0.01254
Ba	0.88	0
Hf	0	0
Ta	0	0
Hg	4.59	0
Bi	0.1	0
Th	0.51	0
U	1.25	0
Pt	0	0

Table 13

AAS analysis of samples of "sphagnum bag" installed on Kakhaberi Street in May 2017

Name of sample	Kakhaberi Street V/2017	23.05.17
Voltage	9 (KV)	
Flow	150 (μ A)	
Elements	Concentration (μ g / ml)	Showedin %
Mg	5.35	0.55641
Al	25.01	1.15846
Si	310.69	5.57358
P	17.81	0.05984
S	49	0.64476
K	158.15134	1.2303
Ca	1127.35	9.65617
Ti	8.74748	0.21915
V	0.80964	0
Cr	1.66566	0.01079
Mn	15.72373	0.46042

Fe	523.75434	3.18519
Co	2.80884	0
Ni	2.723	0.01396
Cu	20.62267	0.01977
Zn	79.9947	0.28959
As	0	0
Zr	12.05912	0.0061
Sr	0	0
Nb	0.8865	0
Mo	0	0
Ag	12.38261	0.02422
Cd	3.44	0
Sn	1.73	0
Sb	0.13	0
W	2.21892	0
Au	1.13458	0
Pb	4.99529	0.00308
Ba	1.79	0
Hf	2.41716	0
Ta	0	0
Hg	2.34	0
Bi	0.05	0
Th	0.34	0
U	0.32	0
Pt	0	0

Table 14

**AAS analysis of samples of "Sphagnum bag" installed on
Tamar Mepe Avenue in May 2017**

Name of sample	Tamar Mepe Avenue V/17	23.05.17
Voltage	9 (KV)	
Flow	150 (µA)	
Elements	Concentration (µg / ml)	Showedin %
Mg	9.81	1.05076
Al	14.04	0.62842
Si	227.53	4.19254
P	31.41	0.1349
S	124.73	1.71506
K	228.99447	1.73953
Ca	1983.4	19.67444
Ti	8.1426	0.20094
V	0.51529	0
Cr	2.01919	0.01459
Mn	15.03135	0.44547
Fe	309.44783	2.14022
Co	2.1727	0
Ni	3.20255	0.01396
Cu	21.469	0.0266
Zn	60.2086	0.19825
As	0	0
Zr	16.69807	0.00921
Sr	0	0
Nb	0.74274	0
Mo	0	0
Ag	27.72784	0.07309
Cd	3.87	0
Sn	2.57	0
Sb	0.09	0

W	0	0
Au	1.83091	0
Pb	4.6365	0.00196
Ba	0	0
Hf	1.87654	0
Ta	0	0
Hg	1.93	0
Bi	0.07	0
Th	0.24	0
U	0.68	0
Pt	0	0

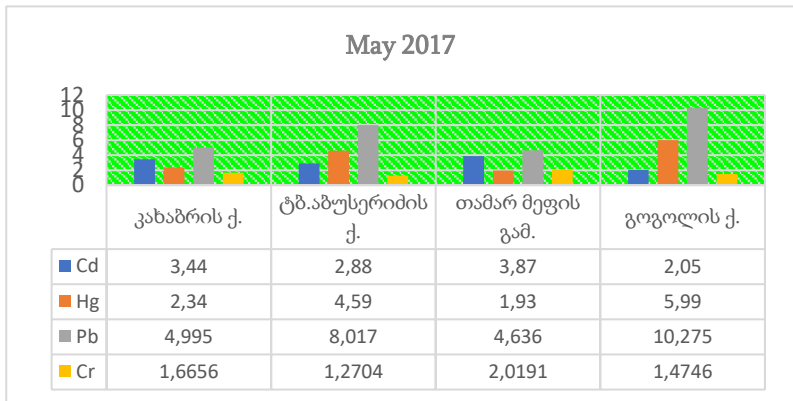


Diagram 7. Comparison of the results of studies of Cd, Hg, Pb, Cr in samples taken at different sites in May 2017

5.4 The Result of the Summer Research in 2017

As a result of the analysis of the "sphagnum bag" taken from the test sites in August 2017, a spectrum of 18 heavy metals was detected in

three sites, and as a result of the analysis of Kahaberi street, less than one element was detected.

From four toxic element (Cd, Hg, Pb, Cr), high concentration of Cd was fixed at Kakhaberi stree samples 3,53 ($\mu\text{g/ml}$), 0,3($\mu\text{g/ml}$)-less that at Tamar Mefe av 3,23 ($\mu\text{g/ml}$), at Gogoli street - 2,73 ($\mu\text{g/ml}$) and less concentration was at TbelAbuseridze street 2,071 ($\mu\text{g/ml}$).The highest concentrations of Hg (4.23 $\mu\text{g} / \text{ml}$) were found in the samples of Tamar Mepe Avenue, Cr (2,7532 $\mu\text{g} / \text{ml}$) in the samples of Abuseridze Street, and Pb (10,27545 $\mu\text{g} / \text{ml}$) in the samples of Abuseridze (Table 15, 16, 17, 18 and Diagram 8).

Table 15

AAS analysis of samples of "sphagnum bag" taken from Gogoli Street and *Sphagnum Papillosum Lindb. (2017 VIII)*

Name of elements	Name of sample		
	<i>Sph. Papillosum Lindb.</i>	Gogoli str.. 25.08.17	
Flow elements	Showedin %	Flow elements	Showedin %
Mg	1.67588	21,36	2,29588
Al	0.50132	14.4	0.64582
Si	5.24754	350,14	6,19222
P	0.10567	33,37	0,14704
S	0.87954	112,85	1,54716
K	2.99868	533,3534	4,35401
Ca	5.12563	779,71	5,98375
Ti	0.11354	6,09387	0,13926
V	-	1,02824	-
Cr	0.00011	1,12709	0,00499
Mn	0.40278	24,38977	0.52119
Fe	1.78689	279,37113	2,03355
Co	-	0,53224	-
Ni	0.00467	1,98363	0,00556

Cu	0.00978	21,5092	0.02692
Zn	0.15768	55,32871	0,17625
As	-	1,79901	0,00581
Zr	0.00234	10,20922	0,00486
Sr	-	-	-
Nb	-	1,27055	-
Mo	-	-	-
Ag	-	9,88667	0,0146
Cd	-	2,73	-
Sn		0,57	-
Sb	-	0,47	-
W	-	-	-
Au	-	1,87413	-
Pb	0.00015	7,91705	0,01222
Ba	-	-	-
Hf	-	-	-
Ta	-	-	-
Hg	-	4,02	-
Bi	-	0,15	-
Th	-	0.87	-
U	-	2,33	-
Pt	-	-	-

Table 16
Results of AAS analysis of "sphagnum bags" installed on TbelAbuseridze Street

Name of sample	TbelAbuseridze Street VIII/17	25.08.17
Voltage	9 (KV)	
Flow	150 (µA)	
Elements	Concentration (µg / ml)	Showedin %
Mg	12,23	1,31448
Al	11,35	0.50848
Si	223	3,94264

P	31,52	0,13868
S	110,85	1,51864
K	415,68	3,39194
Ca	680,27	5,21767
Ti	5,2691	0,12039
V	0,02321	0
Cr	2,7532	0,01211
Mn	25,6845	0,54862
Fe	348,4231	2,533
Co	0,42311	0
Ni	1,23568	0,00345
Cu	21,5092	0,02692
Zn	62,2458	0,19794
As	2,0237	0,00651
Zr	12,2457	0,00582
Sr	0	0
Nb	1,22012	0
Mo	0	0
Ag	8,8578	0,01307
Cd	2,071	0
Sn	0,42	0
Sb	0,71	0
W	0	0
Au	1,32871	0
Pb	10,2578	0,01579
Ba	0	0
Hf	0	0
Ta	0	0
Hg	3,76	0
Bi	0	0
Th	0,78	0
U	1,64	0
Pt	0	0

Table 17

Results of AAS analysis of "sphagnum bags" installed on Kakhoberi Street

Name of sample	Kakhoberi Street VIII/17	25.08.17
Voltage	9 (KV)	
Flow	150 (μ A)	
Elements	Concentration (μ g / ml)	Showedin %
Mg	6,28	0,66568
Al	20,55	0,92146
Si	320,69	5,75297
P	18,9	0,63502
S	52,2	0,68686
K	221,2574	1,72120
Ca	1215,23	10,4088
Ti	7,8341	0,19626
V	0,702362	0
Cr	1,502311	0,009731
Mn	17,72321	0,51896
Fe	507,7234	3,08769
Co	2,51832	0
Ni	1,97263	0,00545
Cu	19,23441	0,00958
Zn	80,6792	0,29206
As	0	0
Zr	10,20922	0,00486
Sr	0	0
Nb	1,14023	0
Mo	0	0
Ag	11,23861	0,02198
Cd	3,53	0
Sn	1,22	0
Sb	0,17	0
W	1,29127	0
Au	1,12145	0
Pb	7,78705	0,00480

Ba	1,24	0
Hf	0	0
Ta	0	0
Hg	3,05	0
Bi	0,11	0
Th	0,23	0
U	0,33	0
Pt	0	0

Table 18

Results of AAS analysis of "sphagnum bags" installed on Tamar Mepe Avenue

Name of sample	Tamar Mepe Avenue VIII/17	25.08.17
Voltage	9 (KV)	
Flow	150 (μ A)	
Elements	Concentration (μ g / ml)	Showedin %
Mg	12,77	1,37898
Al	32,31	1,50959
Si	422,11	6,82649
P	31.52	0,13868
S	57,23	0,76651
K	135,30678	1,06275
Ca	1780,23	16,8155
Ti	8,03521	0,20654
V	1,88237	0
Cr	1,55247	0,0091
Mn	24,6835	0.49735
Fe	882,44721	5,3707
Co	4,23137	0,002
Ni	1,2245	0,0068
Cu	21,5092	0.02692
Zn	102,2218	0,40494
As	0	0

Zr	39,23147	0,02437
Sr	0	0
Nb	1,20012	0
Mo	0	0
Ag	8,8578	0,01307
Cd	3,23	0
Sn	0	0
Sb	0,52	0
W	0	0
Au	1,42131	0
Pb	8,87259	0,01478
Ba	0	0
Hf	1,23543	0
Ta	0	0
Hg	4,23	0
Bi	0,24	0
Th	0.52	0
U	1,17	0
Pt	0	0

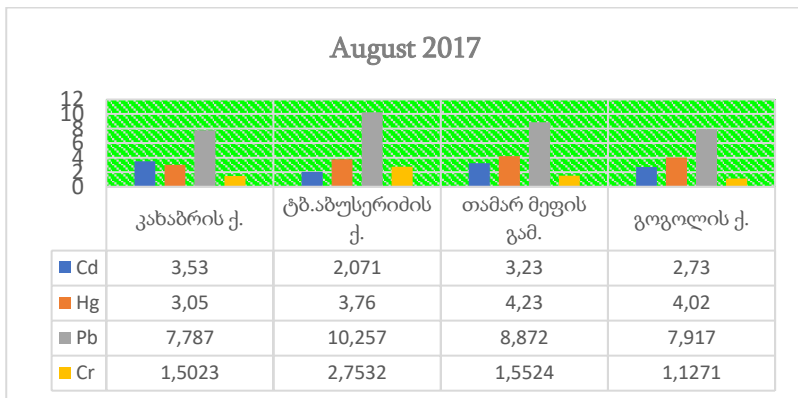


Diagram 8. Comparison of the survey results of Cd, Hg, Pb, Cr in samples taken from different sites in August 2017

To create an overall picture, we calculated the total concentrations of the four most toxic elements in the samples taken from the study area and included them in Diagram 9 for comparison.

From the diagram 10 it is visible that content of Cd is almost constant, but little bit upper than content from Autumn and Spring. The maximum rate of Hg was observed in winter, relatively less rate in autumn. It has the lowest rate in spring and summer. Pic of highest content in Autumn of Pb, lowest in Spring. Cr was detected at similar concentrations for three seasons, with only significantly lower rates observed in winter.

The following concentrations of heavy metals were detected in the samples taken in February 2017: Pb (8.43 $\mu\text{g} / \text{ml}$), Cd (2.98 $\mu\text{g} / \text{ml}$), Cr (1.4 $\mu\text{g} / \text{ml}$) Hg (4.75 $\mu\text{g} / \text{ml}$). It should be noted that the highest concentrations of mercury were observed in winter.

Samples taken in May 2017 showed the lowest levels of heavy metals: Pb (6.98 $\mu\text{g} / \text{ml}$), Cd (3.06 $\mu\text{g} / \text{ml}$), Cr (1.61 $\mu\text{g} / \text{ml}$), Hg (3.71 $\mu\text{g} / \text{ml}$). In May, the average monthly precipitation was 74 (mm).

In August 2017, the following values of heavy metals were found in the samples: Pb (8.71 $\mu\text{g} / \text{ml}$), Cd (2.89 $\mu\text{g} / \text{ml}$), Cr (1.73 $\mu\text{g} / \text{ml}$), Hg (3.76 $\mu\text{g} / \text{ml}$) (Diagram 9).

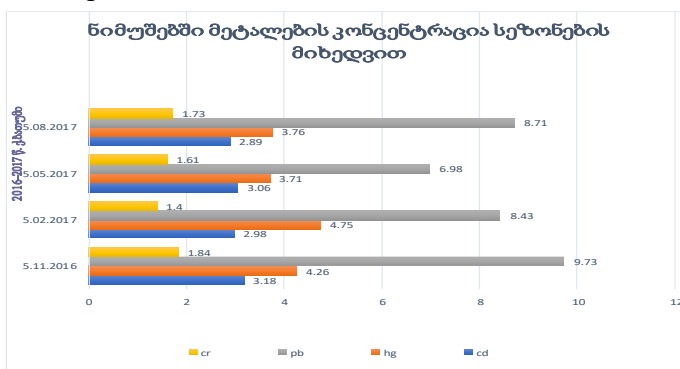


Diagram 9. Concentration of elements (Cd, Hg, Pb, Cr) by seasons

5.3. Comparison of the results obtained with the maximum allowable concentration (MAC)

It should be noted that according to the law of Environmental Quality Standards approved by the decree of the Ministry of Labour, Health and Social Affairs of Georgia (Decrees Nos. 38/N of 24.02.2003), the average daily maximum concentration of cadmium (Cd) is 0.0003 (mg / m³) (hazard class 1), mercury (Hg) - 0.0003 (mg / m³) (hazard class 1), lead (Pb) - 0.0003 (mg / m³) (hazard class 1), chromium (Cr) -0, 0015 (mg / m³) (hazard class 1). If we convert the results of the study to mg / l, we get the following (Table 19)

Table 19

The results of the study converted to mg / l

mg / l				
Metals	Cr	Pb	Hg	Cd
Period				
2017 VIII	0.00173	0.00871	0.00376	0.00289
2017 V	0.00161	0.00698	0.00371	0.00306
2017 II	0.0014	0.00843	0.00475	0.00298
2016 XI	0.00184	0.00973	0.00426	0.00318

It is known that 1 mg / L = 1 ppm and this data can be converted to mg / m³ using the following formula developed by the Environmental Protection Agency (EPA) (Terrie et al., 2006) : $Y \text{ mg/m}^3 = (X \text{ ppm})(\text{atomic weight}) / 24.45$. Where, ppm - is the metal content expressed in the sample in mg / l, atomic weight - atomic weight of the metal, 24.45 - constant value. Then, using the above formula and taking into account the atomic weight of the respective metals (atomic weight Cr = 51.9961; atomic weight Pb = 207.2; atomic weight Hg = 200 592; atomic weight Cd = 112 411) (Michael et al. , 2013: 11), we obtain the weighted concentration of heavy metals (1 m3), which is as follows (table 20)

Table 20

The results of the study converted to mg/m^3

mg/m^3				
Metals	Cr	Pb	Hg	Cd
Duration				
2017 VIII	0.00368	0.0738	0.03085	0.01328
2017 V	0.00342	0.0591	0.03043	0.01406
2017 II	0.00297	0.0714	0.03896	0.01370
2016 XI	0.00391	0.0824	0.03494	0.01462
MAC	0.0015	0.0003	0.0003	0.0003

Comparing the results of the study and the maximum allowable concentration, it was found that the content of chromium (Cr) exceeds the maximum allowable concentration for all seasons by an average of 2.33 times, the content of lead (Pb) exceeds 236.26 times, mercury (Hg) 112, 65 times, cadmium (Cd) 46.38 times (Table 20. Diagram 10.).

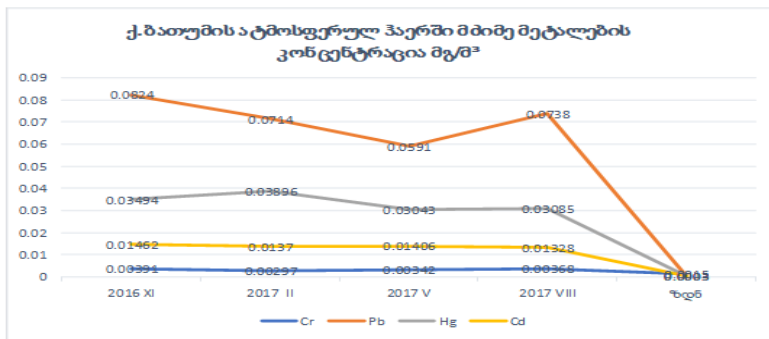


Diagram 10. Comparison of the concentration with the maximum allowable concentration observed during active biomonitoring in the atmospheric air of Batumi in November 2016, February, May and August 2017

Conclusions

According to research:

1. Systematic, anatomical-morphological, bioecological and pharmacochemical research of Kolkheti lowland, genus *Sphagnum* species was carried out. The characteristic features of the sphagnum study species have been identified and described, which are important for the identification of them, especially the similar species. Visualization of less visible species signs to the naked eye was performed using a binocular microscope;
2. As a result of the study of the acidity of Imnati and Ispan water, it was found that in peat, in the upper layers of water, the pH is in the range of pH 4.0-5.5, and at a depth of 70-100 cm it is in the range of 40-70 μS . Both indicators indicate an ombrotrophic environment. The acidic aquatic environment provides an important service to the habitat of the Kolkheti spotted peatlands.
3. The content of biologically active substances in 5 sphagnum species of the percolation bog Ispani 2 of the Kolkheti lowlands has been studied by gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS). As a result of research, 16 biologically active substances of 3 classes (esters, phenolic compounds and polysaccharides) were identified;
4. Samples taken from different zones of the peat bog (buffer and dome zones) showed a qualitatively similar composition of esters and polysaccharides. There was a difference in the content of phenolic compounds, namely: the phenolic compound Methyl 2-O-benzyl- α -D-xylopyranoside was found only in *Sphagnum cuspidatum*, which is adapted to high water levels in the buffer zone;
5. In the area of Batumi, during all four seasons of the year, biomonitoring study of atmospheric air pollution with heavy metals was carried out using the so-called "sphagnum bags" of sphagnum species;
6. Studies have shown that the most favorable average precipitation for adsorption of heavy metals from atmospheric air is 40.81 mm, and the

temperature is 11.5 ° C for the "sphagnum bag". During the seasonal survey in Batumi, the highest concentration of heavy metals in the atmospheric air was observed in autumn;

7. According to studies conducted in Batumi air in 2016-2017, the average concentration of chromium (Cr) exceeds the maximum permissible concentration by 2.33 times, the content of lead (Pb) exceeds 236.26 times, mercury (Hg) by 112.65 times cadmium (CD) 46.38 times;
8. The cheapest research method is the study and biomonitoring of atmospheric air pollution by heavy metals using the so-called "sphagnum bag".

Recommendations:

1. A systematic inventory of sphagnum species is recommended.
2. To obtain biologically active substances (phenols), it is recommended to use *Sphagnum cuspidatum*, which is common in the buffer zone.
3. It will be recommended to introduce a “sphagnum bag” as a bio-indicator of atmospheric air pollution by heavy metals in other cities and regions where major infrastructure projects are being implemented (for example, Kulevi, Anaklia).

List of Publications:

8. Natela Tetemadze, Alyosha Bakuridze, Malkhaz Jokhadze, Izolda Machutadze, 2018, [Peculiarities of the composition of acids in Sphagnum species of the percolation bog of the Kolkheti lowland](#), Annals of Agrarian Science vol. 16 Npp.222-225 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S151218871830094>
9. Natela TETEMADZE, Izolda MACHUTADZE, Alyosha BAKURIDZE, 2018, Active biomonitoring of air pollution levels using the Bioindicator – Sphagnum Bag http://rewbc.ni.ac.rs/wp-content/uploads/2016/12/Symposium_programme_2018-Copy.pdf.61 p561
10. Tetemadze N, Matchutadze I. 2017, Species of Sphagnum as bio indicators of atmospheric air pollution, International Scientific Conference Future Technologies and Quality of Life p.153 <https://tsmu.edu/lifeconference2017/ABSTRACTS.pdf>
11. Matchutadze, Tetemadze N., Tsertsvadze A., Tsinaridze M., Memarne Q., Abuladze I., 2017., Colchis –longterm development plan, Conference week “Renewable Resources from Wet and Rewetted Peat lands” abstracts book.
12. Natela Tetemadze, I.Matchutadze, A. Bakuridze, 2019, Lead in the air of Batumi. Georgian National Academy of Sciences, Regional Center of the

Autonomous Republic of Adjara, Batumi 2019, Works V, ISSN 2449-2507.

13. Matchutadze I., Goradze R., Goradze I., Tetemadze N., Cheishvili T., Memarne Q., 2020, Unique Habitats of Kolkheti (West Georgia): Threats, Conservation and Wise Use, The 6th International EcoSummit Congress - EcoSummit 2021 – Building a sustainable and desirable future: Adapting to a changing land and sea-scape, will take place at The Gold Coast Convention Centre, Gold Coast, Australia, from 14th – 18th June 2021. <https://www.journals.elsevier.com/water-research/conferences/6th-international-ecosummit-congress-ecosummit-2020> Elsevier CiteScore: 14.5 iImpact Factor: 9.130 iSource Normalized Impact per Paper (SNIP): 2.542 SCImago Journal Rank (SJR): 2.932
14. Matchutadze I., Goradze R., Goradze I., Tetemadze N., Cheishvili T., Memarne Q., 2020, Habitat and species biodiversity of Kolkheti Lowland (Georgia), The 6th International EcoSummit Congress - EcoSummit 2021 – Building a sustainable and desirable future: Adapting to a changing land and sea-scape, will take place at The Gold Coast Convention Centre, Gold Coast, Australia, from 14th – 18th June 2021. <https://www.journals.elsevier.com/water-research/conferences/6th-international-ecosummit-congress-ecosummit-2020> Elsevier CiteScore: 14.5 iImpact Factor: 9.130 iSource Normalized Impact per Paper (SNIP): 2.542 SCImago Journal Rank (SJR): 2.932